

서울시 물길조성 활성화 방안

김영란 진정규

Activating Management for Creation of the Waterway in Seoul



서울연구원
The Seoul Institute

서울시
물길조성
활성화 방안

연구책임

김영란

안전환경연구실 선임연구위원

연구진

진정규

안전환경연구실 연구원

이 보고서의 내용은 연구진의 견해로서
서울특별시의 정책과는 다를 수도 있습니다.

요약

연신내·불광역 물길 등 13개 물길 만들어 시민요구에 걸맞은 쾌적한 도심환경 창출

서울시 도심 기온상승·불투수율 증가로 건조화 ‘열환경 개선 시급’

서울시의 환경적 여건은 지난 50년간 급격한 도시화와 경제발전 속에서 빠르게 악화되었다. 서울시 기상관측소의 자료에 의하면 1970년 11.4°C였던 연평균기온이 2015년 13.6°C로 2.2°C가 상승하였다. 이와 같은 기온증가 경향은 1880년부터 2012년까지 133년간의 지구 평균기온 변화보다 약 2.9배 높은 수준이다.

같은 시기의 서울시 불투수율은 1960년에 7.8%로 낮았지만 2012년에는 47.7%로 약 40%p 증가하였고 시민이 거주하는 시가지의 경우는 80%를 넘어 지표면 대부분이 콘크리트로 덮여 있는 상태이다. 불투수율의 증가는 증발산량 감소, 지하수 수위 저하, 하천 유량 감소로 이어지며, 하천에 물이 흐르지 않아 수변공간이 사라지고 도시가 건조되어 열환경은 더욱 열악해진다. 특히 도시 기온이 증가하고 있는 상황에서 쾌적한 생활환경을 위한 대책이 시급하다.

수변공간 제공하러 물길조성사업 시행... 급속 추진으로 여러 문제점

서울시는 2008년부터 하수관으로 버려지는 유출지하수를 활용하여 도시의 기후조절능력을 향상시키고 쾌적한 생활환경을 조성하기 위하여 물길조성사업을 시행하였다. 2017년 현재까지 6.0km에 달하는 9개 물길을 조성하였고 분수 13개소, 벽천 3개소, 폭포 1개소, 연못 12개소 등 다양한 수경시설을 함께 설치하였다. 지금까지 물길조성사업으로 공급된 수변공간 서비스 혜택 면적은 11.6km²이며, 서울시 시가지 면적(496.7km²)에 약 2.3%에 해당한다. 기존 수변공간 서비스 혜택률은 47%에서 50%에 이르게 되었으며, 사업시행으로 인해 약 19만 명이 수변공간 서비스 혜택을 누릴 수 있는 사업이다.

그러나 콘크리트로 둘러싸여 생활하고 있는 시민에게 수변공간을 제공하기 위해 예산을 투입하여 설치한 물길은, 위치의 적절성 및 시설의 설치기준이 없는 상태에서 단기간에 추진되어 도리어

시민에게 불쾌감을 주고 있고 설치위치와 운영관리 측면에서 여러 문제점이 나타나고 있다.

물길 이용자 87% “사업 취지 공감”… 불만족이유, 청소불량·악취 순

물길을 이용한 시민 중 600명을 대상으로 한 만족도 조사에서 약 77%가 물길이용에 만족하고 있다. 만족이유에 대해서는 응답자의 25%가 더운 날씨에 시원한 느낌이 들고, 24%는 시민들에게 편안한 휴식공간을 제공하기 때문인 것으로 제시하여, 시민들은 물길을 쾌적하고 여가를 선용할 수 있는 공간으로 인식하고 있는 것으로 나타났다.

물길 이용자의 약 87%는 물길조성사업의 목적과 취지에 공감하며, 공감 응답자의 51%는 시민에게 휴식 및 문화공간을 제공하는 목적, 29%는 열섬현상 감소와 같이 쾌적한 도시환경 조성 목적에 공감하고 있다.

반면에 이용자의 23%는 물길이용에 불만족하였으며, 불만족 이유는 청소상태 불량(34%), 악취 발생(23%) 등 운영관리 미흡을 제시하였다. 세부 문항별 만족도 질문에서도 안전시설(62점), 수질의 청결성(64점), 각종 시설물 유지보수(70점), 조경시설의 관리(71점) 등 운영관리 관련 항목이 종합만족도인 71.1점에 미치지 못하여 이용불만족 이유와 유사하게 나타나 물길의 상태진단과 개선이 필요하다.



출처: 서울시(2015), 서울시 시정여론조사 도심 실개천 이용만족도 조사

[그림 1] 시민의 물길이용 불만족 응답 이유

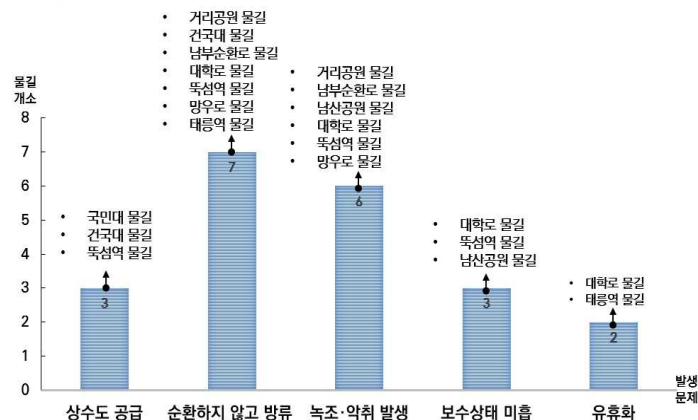
주변지역 상황 고려 없는 설치로 물길 접근성·활용성·지속성 미흡

2008년부터 조성된 물길은 주변지역 상황을 고려하지 않고 설치되어 시민 이용 접근성과 물길의 활용성, 사업의 지속성이 미흡한 상태이다. 9개 물길 중 접근성을 고려하지 않고 물길을 조성하여 유동인구가 거의 없는 물길이 전체 33%였다. 활용성 측면을 고려하지 않아 물길 인접지역에 하천이 위치하고 수변공간 서비스가 중복되는 등 시민수요가 낮은 지역에 설치한 물길은 44%였다. 또한, 물길 유지용수를 공급받기 어려운 곳에 조성하여 지하철역사의 유출지하수를 이용한다는 본래 방향에 벗어나 수돗물을 공급하거나 용수부족으로 운영하지 않고 방치해 두고 있다.

설치·운영관리 지침 없어 다양한 서비스 못 주고 녹조·악취도 발생

기존의 물길은 설치 및 운영관리에 관한 규정과 지침이 없이 조성·공급됨에 따라 가동방식과 운영시간, 투입된 관리인력 등이 각기 다르다.

또한 시민들에게 물길의 다양한 서비스를 제공하지 못하고 있으며 유지용수와 수질관리에서 문제가 두드러지게 나타나고 있다. 물길의 유지용수는 수돗물을 공급하고 있으며 대부분 순환하지 않고 하수관이나 하천으로 방류하여 수자원의 낭비를 가져오고 있다. 또한 유지용수의 공급량이 부족하고 노면으로부터 오염물질이 유입되어 수질이 오염되고 녹조와 악취가 발생하고 있다.

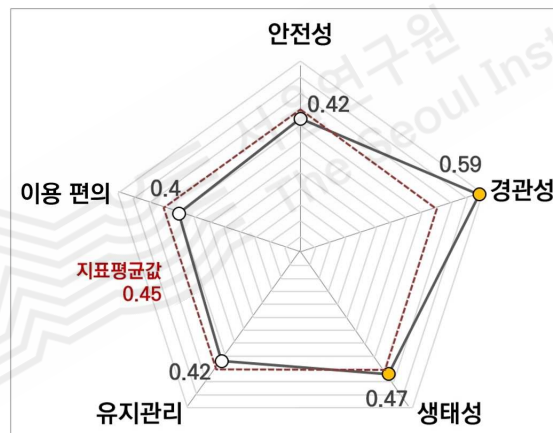


[그림 2] 기존 물길 운영관리상 문제점 종합

9개 물길 분석결과 경관성 양호...안정성 등 다른 요소 보통 이하

9개 물길을 종합적으로 평가하기 위해 실시설계보고서와 물길 운영 자료를 근거로 하여 물길을 정량적으로 평가할 수 있는 5개 계획요소(안전·경관·생태·이용 편의·운영관리), 17개 지표를 추출하고 물길 단위연장 m당으로 표준화하여 지수화하였다.

9개 물길은 경관성 지표가 0.59로 보통수준(중양값)과 평균수준(종합지수)보다 높게 나타났다. 경관성을 제외한 4개 요소는 모두 보통수준 이하였으며, 안정성, 운영관리, 이용 편의성은 평균수준에 미치지 못했다. 가장 낮은 평가부문은 이용 편의성으로 나타났다. 9개 물길은 시민들이 친숙하게 접근할 수 있는 휴식시설 수가 부족했고 정보를 전달하는 체계가 없어 안내표지판을 운영하는 물길은 2개소로 드물었다. 물길이 본래의 기능과 목표달성을 위해서는 현재 수준과 같이 경관성과 생태성 이외의 항목을 개선할 수 있는 구체적인 방안이 마련되어야 한다.



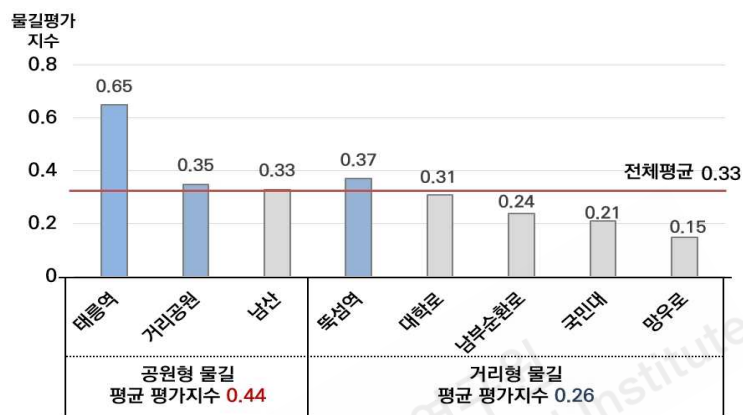
[그림 3] 서울시 9개 물길의 상태지수 값 분포

종합지수, 태릉입구역 물길은 평균 이상...나머지 8곳은 보통 이하

9개 물길별로 종합지수를 분석한 결과 태릉입구역 물길 이외 8개 물길은 모두 보통수준(중양값)에 미치지 못하였으며, 공원 내부에 조성된 물길의 수준이 주거·상업·혼용지에 설치된 거리형 물길에 비해 높은 것으로 나타났다. 공원형 물길은 대체로 평균수준 이상의 서비스를 제공

하고 있으나, 거리형 물길은 평균수준에 미치지 못해 개선이 필요한 상태이다. 특히 거리형과 공원형 물길은 설치 위치, 이용 특성, 조성 형태가 다르므로 일괄적인 개선보다는 지역특성과 시민요구에 부합하도록 설치되고 운영되어야 한다.

건국대학교 물길은 유료 없이 단순히 수경시설만으로 설치되어 시민 이용이 제한적이고 수돗물을 공급하는 등 물길조성 목적에 부합하지 않으므로 물길의 관리대상에서 제외하였다.



[그림 4] 9개 물길운영상태 평가에서 나타난 물길별 지수 값

기후조절·환경개선·공익적 기능 발현하는 물길 종합지침 수립해야

기존 9개 물길은 설치 기본방향과 지침 없이 설치되어 설치 위치 선정, 설계, 운영관리에 이르는 사업 전반에 걸친 문제점을 가지고 있다. 설치 위치의 주변 환경을 고려하지 않아 시민 접근성이 좋지 않았고 주변에 하천이 흐르고 있어 수변공간 중복설치로 물길의 활용도가 낮았다. 또한, 특정 기능만을 강조하여 설치되어 시민휴식공간으로서 기능이 제한적이고, 물 재이용을 목적으로 설치되었지만 버려지는 유지용수로서 유출지하수를 이용하지 못하고 수돗물을 공급하고 있다. 더욱이 오염물질이 유료 내부로 유입되어 녹조와 악취가 발생하고 있지만 독립된 예산을 편성하지 않아 물길특성에 부합하는 관리가 어려운 상태이다.

물길은 기존 물길이 가지고 있는 문제를 해소하고 기후조절과 환경개선 및 다양한 공익적 기능을 발현할 수 있는 지침과 기준을 토대로 조성되어야 한다. 서울시 도심 속에 물길을 조성하는 경우에 필요한 기본방향은 다음과 같다.

- ① 물길은 건전한 물순환 회복과 쾌적한 환경조성 역할을 할 수 있도록 조성한다.
- ② 시민의 접근성이 용이한 위치에 설치하며, 이용 안정성을 충분히 확보한다.
- ③ 깨끗하고 충분한 양의 물이 흐르도록 하며, 유지용수는 수자원을 재이용하는 것을 원칙으로 하여 지하철역사에서 발생하는 유출지하수 등을 활용한다.
- ④ 도심 속 인공 수변공간으로서 기능이 지속적으로 유지되도록 조성한다.

‘물순환 회복·시민 다수 이용 가능지역에 물길조성’ 선정지침 필요

서울시 도심에서 물길조성이 필요한 수요지역은 기본적으로 지역적 여건을 고려하여 많은 시민이 이용 가능하며, 도시환경문제 해소가 필요하고, 물순환을 회복할 수 있는 지역이다. 많은 시민이 이용할 수 있는 지역으로는 일평균 유동인구 500명 이상 지역, 생활환경의 개선을 위해서는 6월~9월의 오후 2시~4시의 평균기온 27°C 이상의 분포지역과 불투수율 80% 이상 지역이 물길조성 수요지역이다. 또한, 물순환을 회복할 수 있는 지역으로는 지하철역사에서 발생하는 일평균 유출지하수 300m³/일 이상인 지역이다.

최종적으로 선정되는 물길조성 수요지역은 수변공간 서비스 미혜택 지역이면서 기온 및 불투수율이 상대적으로 높아 열환경이 열악하며 이용자가 많아 물길조성사업의 효과성을 극대화할 수 있는 지역이고, 물길운영에 필요한 유지용수를 안정적으로 확보할 수 있는 지역이다.

[표 1] 서울특별시 물길의 설치지역에 관한 지침 내용

목적	부문	지표항목	일반기준
기후변화 적응성	이용성	유동인구	▪ 많은 시민이 수변공간 혜택을 받을 수 있는 유동인구 큰 지역
	환경성	기온(고온)	▪ 6월~9월 오후 2시~4시 평균기온 27°C 이상 지역
		불투수율	▪ 시가지로 평균 불투수율이 80% 이상인 지역
	물순환	지하철역사 유출지하수 발생량 확보	▪ 유출지하수가 300m ³ /일 이상 발생하는 지하철역사가 위치하는 지역

물길 환경성, 안전·편의성, 지속성 유지되는 설치·운영관리지침 마련

환경성, 안전·편의성, 지속성을 고려해 물길조성사업이 시민에게 쾌적함을 제공하는 수변공간 시설로서 지속적으로 유지될 수 있는 설치·운영관리 지침을 수립하였다. 설치·운영지침은 물길 기능이 지속적으로 유지될 수 있는 기준으로서 물길이 설치되는 지역 여건에 따라 설치 목적, 위치와 형태, 규모 등 여건에 적합하게 설치될 수 있도록 별도의 선택기준을 가지고 있다.

① 환경성 관련 설치·운영관리 지침

환경성을 측정할 수 있는 부문 요소는 경관성과 생태성으로 물길의 외형과 부속시설의 설치기준, 물길 내·외부 공간에 조성되어야 할 식생 면적 기준이 지침 내용에 포함된다. 환경성은 유로 형태에 따라 제한적으로 적용될 수 있는 지침 요소이기 때문에 물길의 특성을 고려하여 적용 여부를 결정할 수 있도록 선택기준을 함께 제시한다.

환경성 기준은 1km 물길조성 시 수경시설은 10개소, 수중식생은 100m², 수변식생은 310m² 이상이 설치·조성되며, 물길은 가급적 곡선형으로 조성해야 한다. 이때, 설치될 물길의 유로 형태, 예산, 시민수요 등을 고려해 기준의 적용 여부를 결정하며 물길의 형태는 이용 시민이 안전하도록 보행로를 잠식하지 않는 범위에서 결정한다.

[표 2] 물길조성에 대한 환경성 설치·운영 지침의 항목 및 기준

목적	부문	지표항목	일반기준	선택기준
환경성	경관성	수경시설 설치	■ 물길연장(m)당 0.01개 조성 ■ 1km당 10개 설치	수요 및 예산 고려해 설치
		물길형태	■ 생태 및 경관성 고려해 곡선형 조성	보행로를 잠식하지 않는 범위에서 결정
	생태성	수변식생조성	■ 물길연장(m)당 0.31m² 조성 ■ 1km당 310m² 조성	물길의 형태에 따라 적용
		수중식생조성	■ 물길연장(m)당 0.1m² 조성 ■ 1km당 100m² 조성	물길의 형태에 따라 적용

② 안전성과 편의성 관련 설치·운영관리 지침

안전성과 편의성은 이용자의 보행안전과 정보전달방법, 휴식시설 설치와 관련한 내용으로 물길의 특성과는 무관하게 반드시 고려되고 확보되어야 할 지침으로 일반기준만을 제시한다.

1km 물길조성 시 야간 이용자 보행안전을 고려하기 위해 야간용 조명을 20개소 이상 설치해야 하며, 2개소 이상의 안내표지판을 설치해 정보를 전달하고, 30개소 이상의 휴식시설을 설치해 물길 이용 편의를 증진해야 한다. 설치장소가 보행로일 경우에는 5m 이상의 인도 폭을 유지해야 하며 강우 시 우수배수시설을 설치해야 한다.

[표 3] 물길조성에 대한 안전·편의성 설치·운영 지침의 항목 및 기준

목적	부문	지표항목	일반기준	선택기준
안전성 편의성	보행 안전성	야간 보행안전	■ 물길연장(m)당 0.05개 설치 ■ 1km당 50개 조성	-
		보행편의 및 강우 시 보행안전	■ 5m의 인도(보행로) 폭 유지 ■ 강우(強雨) 시 우수 배수시설 설치	-
	이용자 편의성	정보전달	■ 물길연장(m)당 0.002개 설치 ■ 1km당 2개소 설치	-
		휴식시설	■ 물길연장(m)당 0.03개 설치 ■ 1km당 30개소 설치	-

③ 지속성 관련 설치·운영관리 지침

지속성은 물길의 운영관리와 관련한 내용으로 용수, 청소관리 관리 주체별 운영방식 등 물길의 운영 전반에 관한 지침을 나타낸다. 지속성 관련 일부 지침은 일반기준과 함께 설치지역 여건 및 특성에 따라 선택적으로 적용할 수 있는 기준이다.

유지용수 관련 지침은 수질 기준, 오염방지시설의 설치기준, 확보되어야 할 용수량 기준을 제시한다. 수질 기준은 물놀이가 가능한 친수용 물길과 경관용 물길로 구분되며, 「환경정책기본법」의 수질 및 수생태계 환경기준에 따라 친수용 물길은 약간 좋음 등급(Ⅱ등급)인 BOD 3mg/ℓ 이하를 기준으로 하며, 경관용 물길은 보통 등급인 Ⅲ등급 BOD 5mg/ℓ 이하를 기준으로 설정한다. 이와 같은 수질 유지를 위해 필요한 오염방지시설을 설치하도록 하였다. 또한, 유출지하수 등의 용수로 평균 350m³ 이상의 유지용수를 확보하여 수변공간으로서 원활하게 운영되도록

한다. 청소 운영관리 지침은 청소관리 인력 배치와 청소관리주기 기준을 제시한다. 1km 물길조성 시 청소관리 인력을 10명 이상 증원·배치해야 한다. 또한, 월 1회 이상 물길 내·외부의 환경정리를 실시한다. 이때 이용자 수가 상대적으로 많은 거리형 물길은 좀 더 엄격한 기준을 적용해 월 7회 이상 청소관리를 실행해 유로의 내·외부 청결 상태를 유지한다.

관리조직체계 지침은 직영 및 위탁운영체계의 운영방식으로 한다. 지자체 직영체계에서는 이용자의 수요를 고려해 관리인력, 정보제공 인력, 위기대응인력을 현장에 탄력적으로 배치하며, 관리 상태와 조치사항을 관리대장에 기록한다. 위탁운영체계에서는 인증된 전문기관에 관리위탁을 위임하며 시민단체와 지역주민 연계하에 관리 모니터링을 실시하도록 한다.

[표 4] 물길조성에 대한 지속성 설차운영 지침의 항목 및 기준

목적	부문	지표항목	일반기준	선택기준
지속성	수질 및 유지용수	수질관리 방식	■ 이용형태, 기능 고려해 방지시설 설치	-
		수질 유지	■ BOD 5mg/ℓ 유지	친수용은 3mg/ℓ, 경관용은 5mg/ℓ
		확보 유지용수량	■ 350m³/일 이상 확보	-
	청소 운영관리	관리인력	■ 물길연장(m)당 0.01명 배치 ■ 1km당 10명 증원	-
		청소관리	■ 월 1회 이상	도심형은 월 7회 공원형은 월 1회
	관리조직 체계	직영체계	■ 관리인력, 정보제공 인력, 위기대응인력 탄력적 배치 ■ 관리대장 작성	시민수요 및 위기상황 발생 가능성 고려
		위탁운영체계	■ 전문기관 위탁관리 가능, 위탁업체 평가 실시	지역주민 및 시민단체 관리·모니터링 참여 고려

물길의 다양한 기능 고려한 건설·운영관리비용 산정 지침도 필요

기존 건설비 예산은 물길의 다양한 기능 및 수준을 고려하지 않은 금액으로 평균수준 이상의 물길조성 시 다양한 기능을 포함하여 건설되도록 하였다. 건설비 산정식은 다중회귀모형을 활용하여 산정하였으며, 운영관리비용은 단일회귀모형을 적용하여 산정하였다.

[표 5] 물길조성의 건설비 및 운영관리비 산정 지침

건설비(다중화귀모형) 산정식	운영관리비(단일화귀모형) 산정식
$y = -2,181 \cdot \ln(x_1) + 11,927 \cdot (x_2) + 16,203$ y = 단위연장(1m)당 건설비용(천 원) x_1 = 물길연장(m) x_2 = 수준별 종합지수¹⁾	$y = -0.0042 \cdot x + 17.924$ y = 단위연장(1m)당 연간 운영관리비용(천 원) x = 물길연장(m)

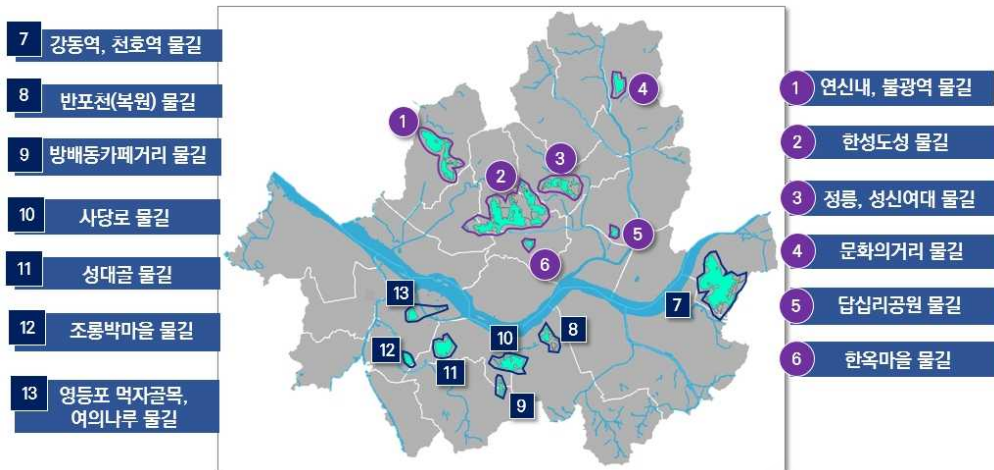
주 1) 종합지수(지표별 지수 총합)의 분포는 표준정규분포를 가정함. 이때 분포의 누적면적을 20%·40%·50%·60%·80%로 구분하여 각 누적면적의 경계에 해당하는 종합지수 값으로 설정함

건설비 산정식은 종속변수인 단위연장 m당 건설비용은 독립변수인 물길연장과 수준별 물길상태평가 종합지수에 영향을 받는다. 물길연장이 길어질수록 단위연장 m당 건설비용은 줄어들고, 물길상태평가 종합지수 값이 상승할수록 단위연장 m당 건설비용 역시 함께 상승하는 구조이다. 물길 단위연장 m당 건설비용은 약 710만 원이 소요된다.

운영관리비 산정식은 종속변수인 단위연장 m당 연간 운영관리비용은 독립변수인 물길연장에 영향을 받는다. 물길연장이 길어질수록 단위연장 m당 운영관리비용은 감소하게 되며, 물길의 단위연장 m당 연간 운영관리비는 약 13,000원이 소요된다.

이용성·환경성·지속성 만족하는 13곳, 물길조성 수요지역으로 선정

물길조성 수요지역은 선정 지침에 따라 이용성(일평균 유동인구 500명 이상 지역), 환경성(6~9월 오후 2~4시 평균기온 27°C 이상 지역, 불투수율 80% 이상 지역), 지속성(지하철역사 발생 유출지하수 300m³/일)을 만족하는 지역으로서 13개 지역이 해당된다. 물길조성 수요지역은 총 15.2km²로서 시민에게 수변공간을 제공하게 되어 수변공간 서비스 혜택인구는 약 30만 명이 증가하고 서울시는 수변공간 혜택을 56%를 확보하게 된다. 물길조성에 의하여 도시환경이 개선되고 시민수요에 부응할 수 있으며 수자원을 재이용하여 물순환을 회복할 수 있다.



[그림 5] 물길조성 선정지침에 의한 13개 물길조성 수요지역

[표 6] 서울시 물길조성 13개 수요지역 특성

번호	물길명	지역 기온	유동인구 ¹⁾ (명/일)	유출지하수 ²⁾ (m³/일)	지하철역사 (개소 수)	랜드마크
1	연신내·불광역 물길	27.4	1,360	2,325	5	-
2	한성도성 물길	28.0	3,168	7,697	17	경복궁, 광화문, 청계천 등
3	정릉·성신여대 물길	25.0	2,617	4,255	4	-
4	노원문화의거리 물길	27.5	1,055	3,448	2	-
5	답십리공원 물길	27.6	923	2,696	3	-
6	한옥마을 물길	26.8	923	2,565	7	N 타워, 명동
7	강동역·천호역 로데오거리 물길	28.1	2,647	3,868	8	잠실운동장, 올림픽공원
8	반포천(복원) 물길	28.8	1,679	3,237	3	고속터미널, 강남역
9	방배동 카페거리 물길	28.8	1,790	1,355	3	-
10	사당로 물길	28.4	1,361	435	3	-
11	성대골 물길	28.4	1,155	950	3	-
12	조롱박마을 물길	28.1	1560	2,673	4	-
13	여의나루 물길	28.1	2,486	6,087	7	여의도 공원
합산	13개 물길	평균 27.7℃	평균 1,748명	총 41,591m³/일	69개소	사적, 고궁, 쇼핑몰 등

주 1) 유동인구는 일평균 최대유동인구를 의미함

주 2) 유출지하수는 사업 대상 지역 700m 이내 모든 지하철역사에서 발생하는 유출지하수의 총량임

물길조성 13개 수요지역의 일평균 최대유동인구는 약 1,750명이며 한성도성물길 지역이 중심 업무지구에 해당돼 3,166명/일로 가장 높고 한옥마을 물길지역과 답십리공원 물길 지역이 1천 명/일 미만으로 가장 적었다. 기온은 6~9월 오후 2~4시 평균기온이 27.7°C로서 서울시 평균에 비해 높은 지역이며 불투수율은 80% 이상 지역이다. 확보할 수 있는 유출지하수는 약 42,000 m³/일로 서울시에서 발생하는 일평균 유출지하수의 51%에 해당하며 지역당 평균 3,200m³/일의 지하수를 확보할 수 있다. 물길조성 수요지역 주변에는 총 69개 지하철역사가 위치하며 지역당 약 5개의 역사가 위치해 접근성이 우수하다.

또한, 경복궁을 비롯한 역사형 랜드마크와 N 타워와 청계천과 같은 공원형 랜드마크, 강남역과 명동 같은 대형 상권 및 쇼핑몰 랜드마크가 위치해 상징성 있고 많은 유동인구가 물길의 수변공간 혜택을 누릴 수 있게 된다.

이상의 물길조성에 대한 수요지역 선정, 건설운영관리비 산정, 설치 및 운영관리에 관한 지침은 도심 속에서 기온을 조절하고 쾌적한 생활환경을 회복하면서 수변공간에 대한 시민수요에 부응하기 위해 조성하는 물길의 지침으로서 적절하게 적용될 수 있을 것으로 기대된다.



목차

01 연구개요	2
1_연구배경 및 목적	2
2_연구내용 및 방법	4
02 서울시 환경변화 및 물길조성사업	8
1_서울시 환경변화	8
2_서울시 물길조성사업	26
3_시민 물길 이용만족도	31
03 물길조성 관련법 및 국내·외 사례	40
1_물길조성 관련법	40
2_국내·외 물길조성 사례	52
04 서울시 물길 상태 및 운영실태 평가	68
1_서울시 9개 물길조성 특성	68
2_서울시 9개 물길 종합평가	113
05 서울시 물길조성 활성화 방안	138
1_물길조성 기본방향	138
2_물길조성지침 구성	139
3_서울특별시 물길 설치 및 운영관리 지침	142

4_물길조성 수요 지역 선정	148
5_정책 제언	163
참고문헌	167
Abstract	169



표

[표 2-1] 서울시 AWS 지점별 6~9월의 오후 2시~4시 평균기온	11
[표 2-2] 서울시 6~9월 오후 2~4시의 평균기온 27℃ 이상 지역	13
[표 2-3] 1960년대, 2000년대 서울시 물순환 변화 및 비율	15
[표 2-4] 서울시 자치구별 불투수율 80% 이상 지역의 면적비율 및 거주인구	17
[표 2-5] 서울시에 위치하는 하천 현황	18
[표 2-6] 서울시 수변공간 서비스 미혜택 지역 분포	21
[표 2-7] 서울시 자치구별 지하철역사의 유출지하수 발생량 및 사용량	23
[표 2-8] 서울시 자치구별 지하철역사 유출지하수 300m ³ /일 이상 발생지역	25
[표 2-9] 서울시 9개 물길조성사업정보 및 총사업비	30
[표 2-10] 물길 전체 응답자 중에서 사업취지 공감 부분 및 비공감 부분의 비율	33
[표 2-11] 물길 이용 만족·불만족 이유 상위 5개 문항	35
[표 3-1] 물길조성사업 관련 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」 조항 및 내용	42
[표 3-2] 물놀이형 수경시설 수질 및 관리기준(「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」 시행규칙 별표 19의 2)	43
[표 3-3] 수변공간 조성과 관련한 「국토계획법」 주요 내용	45
[표 3-4] 물길조성사업과 관련한 「경관법」 주요 내용	46
[표 3-5] 물길조성사업 유지용수 공급과 관련한 「지하수법」 주요 내용	48
[표 3-6] 물길조성사업 유지용수 공급과 관련한 「물 재이용법」 및 지방조례 주요 내용	50
[표 3-7] 물길조성사업 관련법 및 법정계획 현황	50
[표 3-8] 법정계획 내 물길조성 관련 내용 및 사업반영 여부	51
[표 3-9] 연남동 세교천 물길 정보	53

[표 3-10] 연남동 세교천의 유지용수 공급 및 주요시설	54
[표 3-11] 운정 신도시 호수공원 물길 정보	55
[표 3-12] 운정 신도시 호수공원의 물길 유지용수 공급 및 주요시설	56
[표 3-13] 프라이부르크 베힐레 물길 정보	57
[표 3-14] 프라이부르크 베힐레 물길의 유지용수 공급 및 주요시설	59
[표 3-15] 취리히 제바흐 물길 정보	59
[표 3-16] 취리히 제바흐 물길의 유지용수 공급 및 주요시설	61
[표 3-17] 스톡홀름 함마르비 물길 정보	62
[표 3-18] 스톡홀름 함마르비 물길 유지용수 공급 및 주요시설	63
[표 3-19] 국내·외 물길조성사례별 특징	64
[표 3-20] 국내·외 사례에서 나타난 물길조성의 주요 고려사항	65
[표 4-1] 구로거리공원 물길에 대한 서울시 시정여론조사(2015) 내용	69
[표 4-2] 건국대학교 물길에 대한 서울시 시정여론조사(2015) 내용	74
[표 4-3] 국민대학교 물길에 대한 서울시 시정여론조사(2015) 내용	78
[표 4-4] 남부순환로 물길에 대한 서울시 시정여론조사(2015) 내용	83
[표 4-5] 남산공원 물길에 대한 서울시 시정여론조사(2015) 내용	88
[표 4-6] 대학로 물길에 대한 서울시 시정여론조사(2015) 내용	92
[표 4-7] 독섬역 물길에 대한 서울시 시정여론조사(2015) 내용	97
[표 4-8] 망우로 물길에 대한 서울시 시정여론조사(2015) 내용	101
[표 4-9] 태릉입구역 물길에 대한 서울시 시정여론조사(2015) 내용	106
[표 4-10] 9개 물길 유지용수 공급 특성	110
[표 4-11] 9개 물길조성에 대한 만족도 및 주변지역 여건 종합	111
[표 4-12] 9개 물길 단계별 평가방법	113
[표 4-13] 실시설계보고서에서 활용된 설계·운영 관련 계획 부문 및 지표	114
[표 4-14] 평가지표별 평가내용 및 표준화 방법	116

[표 4-15] 평가지표별 평가내용 및 지수화 방식	117
[표 4-16] 물길의 안전성 평가내용	120
[표 4-17] 물길의 경관성 평가내용	121
[표 4-18] 물길의 생태성 평가내용	122
[표 4-19] 물길의 유지용수 운영관리 평가내용	124
[표 4-20] 물길의 시설 운영관리 상태 평가내용	125
[표 4-21] 물길의 운영관리 시스템 평가내용	126
[표 4-22] 물길의 사용 및 접근성 평가내용	128
[표 4-23] 서울시 9개 물길 세부지표별 평가결과 종합	129
[표 4-24] 측정지표 종합지수 산출식	130
[표 4-25] 물길별 종합지수 산출식	132
[표 4-26] 설계 및 운영관리 지침 기준값 결과	134
[표 5-1] 서울시 물길조성지침 수립과정 및 구성	141
[표 5-2] 서울특별시 물길의 설치지역에 관한 지침 내용	142
[표 5-3] 물길의 시설설치 및 운영관리 지침 내용	143
[표 5-4] 물길조성의 건설비 및 운영관리비 산정식	147
[표 5-5] 물길조성 수요 지역 선정조건별 추출방식 및 활용데이터	150
[표 5-6] 수변공간 서비스 미혜택 지역에서의 불투수율 80% 이상 지역	152
[표 5-7] 수변공간 서비스 미혜택 지역에서의 일평균 유동인구 500명 이상 지역	154
[표 5-8] 수변공간 서비스 미혜택 지역에서의 지하철역사 유출지하수 일평균 300m ³ 이상 발생지역	156
[표 5-9] 물길조성 최종수요 지역에 대한 자치구별 면적 및 해당 인구	158
[표 5-10] 서울시 물길조성 13개 수요 지역 특성	162

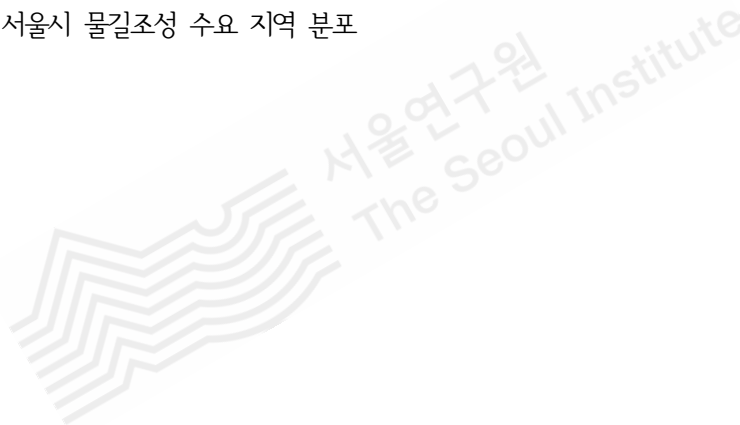
그림

[그림 1-1] 연구흐름도	6
[그림 2-1] 서울시 평균·최고·최저 기온 변화(1970-2015)	9
[그림 2-2] 서울시 5년 단위 폭염발생 일수 및 기온변화 추이	10
[그림 2-3] 서울시 6~9월 오후 2시~4시 기온분포도	12
[그림 2-4] 1960년대, 2000년대 서울시 물순환 변화 양상	14
[그림 2-5] 서울시 불투수율 80% 이상 지역 분포	16
[그림 2-6] 서울시 하천 및 수변공간 서비스(도보 7~8분 이내로 하천접근 가능지역) 분포	20
[그림 2-7] 서울시 지하철역사의 유출지하수 발생권역 분포	24
[그림 2-8] 9개 물길별 조성 전·후의 이용률 변화	31
[그림 2-9] 9개 물길을 이용하기 위하여 방문한 이용 경험률 및 물길이용 목적	32
[그림 2-10] 사업취지 공감도 및 사업인지도	33
[그림 2-11] 물길이용 만족 응답 조사결과	34
[그림 2-12] 이용객이 희망하는 우선 개선사항과 추가설치 시설물	36
[그림 2-13] 이용객이 희망하는 물길조성 시 설치지역과 우선 고려사항	37
[그림 3-1] 물길조성사업의 관련법 체계	41
[그림 3-2] 유지용수에 따른 물길조성사업 관련법	47
[그림 3-3] 세교천 물길안내판 설치(좌) 및 모습(우)	54
[그림 3-4] 운정 신도시 호수공원 물길 위치(좌) 및 모습(우)	55
[그림 3-5] 상업시설과 인접한 베힐레(좌), 시민들의 베힐레 이용 모습(우)	58
[그림 3-6] 주거단지 내에 있는 제바흐 수로(좌) 및 인공수로가 유입되는 질강 모습(우)	60

[그림 3-7] 함마르비 호수 전경(좌), 우수 및 원수를 활용한 친수시설 모습(우)	62
[그림 4-1] 구로거리공원 물길의 위치 및 유로특성	68
[그림 4-2] 구로거리공원 물길의 주변 용도지역 분포	70
[그림 4-3] 구로거리공원 물길의 주변지역 기온분포	71
[그림 4-4] 구로거리공원 물길의 주변지역 불투수토양면적 분포	71
[그림 4-5] 구로거리공원 물길의 형태 및 시설	72
[그림 4-6] 건국대학교 물길의 위치 및 유로특성	73
[그림 4-7] 건국대학교 물길의 주변 용도지역 분포	75
[그림 4-8] 건국대학교 물길의 주변지역 기온분포	75
[그림 4-9] 건국대학교 물길의 주변지역 불투수토양면적 분포	76
[그림 4-10] 건국대학교 물길의 모습 및 시설	76
[그림 4-11] 국민대학교 물길의 위치 및 유로특성	77
[그림 4-12] 국민대학교 물길의 주변 용도지역 분포	78
[그림 4-13] 국민대학교 물길의 주변지역 기온분포	79
[그림 4-14] 국민대학교 물길의 주변지역 불투수토양면적 분포	80
[그림 4-15] 국민대학교 물길의 모습 및 시설	81
[그림 4-16] 남부순환로 물길의 위치 및 유로특성	82
[그림 4-17] 남부순환로 물길의 주변 용도지역 분포	83
[그림 4-18] 남부순환로 물길의 주변지역 기온분포	84
[그림 4-19] 남부순환로 물길의 주변지역 불투수토양면적 분포	85
[그림 4-20] 남부순환로 물길의 모습 및 시설	86
[그림 4-21] 남산공원 물길의 위치 및 유로특성	87
[그림 4-22] 남산공원 물길의 주변 용도지역 분포	88
[그림 4-23] 남산공원 물길의 주변지역 기온분포	89
[그림 4-24] 남산공원 물길의 주변지역 불투수토양면적 분포	89

[그림 4-25] 남산공원 물길의 모습 및 시설	91
[그림 4-26] 대학로 물길의 위치 및 유로특성	92
[그림 4-27] 대학로 물길의 주변 용도지역 분포	93
[그림 4-28] 대학로 물길의 주변지역 기온분포	94
[그림 4-29] 대학로 물길의 주변지역 불투수도양면적 분포	94
[그림 4-30] 대학로 물길의 모습 및 시설	95
[그림 4-31] 독섬역 물길의 위치 및 유로특성	96
[그림 4-32] 독섬역 물길의 주변 용도지역 분포	98
[그림 4-33] 독섬역 물길의 주변지역 기온분포	98
[그림 4-34] 독섬역 물길의 주변지역 불투수도양면적 분포	99
[그림 4-35] 독섬역 물길의 모습 및 시설	100
[그림 4-36] 망우로 물길의 위치 및 유로특성	101
[그림 4-37] 망우로 물길의 주변 용도지역 분포	102
[그림 4-38] 망우로 물길의 주변지역 기온분포	103
[그림 4-39] 망우로 물길의 주변지역 불투수도양면적 분포	103
[그림 4-40] 망우로 물길의 모습 및 시설	104
[그림 4-41] 태릉입구역 물길의 위치 및 유로특성	105
[그림 4-42] 태릉입구역 물길의 주변 용도지역 분포	107
[그림 4-43] 태릉입구역 물길의 주변지역 기온분포	107
[그림 4-44] 태릉입구역 물길의 주변지역 불투수도양면적 분포	108
[그림 4-45] 태릉입구역 물길의 모습 및 시설	109
[그림 4-46] 표준편차를 활용한 지침 기준설정 방식	119
[그림 4-47] 안전성 평가의 9개 물길 지표 값 비교	121
[그림 4-48] 경관성 평가의 9개 물길 지표 값 비교	122
[그림 4-49] 생태성 평가의 9개 물길 지표 값 비교	123

[그림 4-50] 유지용수 운영관리 평가의 9개 물길 지표 값 비교	124
[그림 4-51] 시설 운영관리 상태 평가의 9개 물길 지표 값 비교	126
[그림 4-52] 운영관리 시스템 평가의 9개 물길 지표 값 비교	127
[그림 4-53] 사용 및 접근성 평가의 9개 물길 지표 값	128
[그림 4-54] 지표별 지수 값 비교 및 종합지수 산출결과	131
[그림 4-55] 9개 물길운영상태 평가에서 나타난 물길별 지수 값	133
[그림 5-1] 수변공간 서비스 미혜택 지역에서의 불투수율 80% 이상 지역 분포	151
[그림 5-2] 수변공간 서비스 미혜택 지역에서의 일평균 유동인구 500명 이상 지역 분포	153
[그림 5-3] 수변공간 서비스 미혜택 지역에서의 지하철역사 유출지하수 일평균 300m ² 이상 발생지역 분포	155
[그림 5-4] 서울시 물길조성 수요 지역 분포	157



01

연구개요

1_연구배경 및 목적

2_연구내용 및 방법

01 | 연구개요

1_연구배경 및 목적

1) 연구배경

서울시의 도시구조는 끊임없이 변화하여 왔다. 물은 도시에 새로운 동력을 지속적으로 제공하여 지역이 환경친화적으로 변모하는 데 큰 역할을 하고 있다. 서울시는 시민 생활의 질적 향상에 맞추어 하천이 없어 삭막한 도심의 일부 공간에 물길을 인공적으로 조성하고 수변공간을 형성시켜 왔다. 이렇게 조성된 물길은 도시를 이전의 개발 위주의 공간에서 문화, 휴식, 레저 등 삶의 질을 느낄 수 있는 공간으로 변모시키고 있어 시민 생활에서 주요한 삶의 공간으로 자리 잡고 있다.

도심에서 물길은 사회·환경여건을 개선한다. 서울시는 도시화가 진행되는 과정에서 시가지의 지표면이 대부분 콘크리트로 포장되어 불투수면이 85% 이상으로 증가하였고, 하천이 건천화되어 수변공간은 사라졌으며, 대기는 건조하여 삭막한 도시가 되었다. 이런 상황에서 2000년에 들어서 도시를 환경친화적으로 전환하기 위해 물길회복사업이 시작되었고, 2005년에는 하수박스였던 청계천을 하천으로 회복시켜 만남, 물놀이, 휴식을 통해 여가·문화 등 사회적 활동을 증진하는 친수공간으로 활용되고 있다. 청계천 복원사업으로 주변의 기온은 약 2.0°C(1.7°C~2.2°C) 낮아졌고, 열섬현상을 완화하는 등 도시기후를 조절하는 기능을 하고 있다.

이후 서울시는 시민들의 수변공간에 대한 수요에 부응하기 위하여 2008년에 “도심 속 실개천 만들기” 사업으로 하천이 없는 지역에 인공물길을 조성하였다. 물길에서 시민들이 휴식할 수 있도록 인근 지하철역사에서 유출되는 지하수를 공급하여 깨끗한 물이 흐르도록 하였다. 이러한 물길조성은 지역을 물이 흐르는 쾌적한 환경으로 전환시켰을 뿐만 아니라 그동안 하수관으로 버려졌던 유출지하수를 물길에 공급하여 도시의 물순환을 건전하게 회복시키는 역할을 하였다.

그러나 물길은 도심에 설치되는 수변공간에 대한 기본방향과 지침이 없이 시민 공감대와

이해당사자 간 협의가 부족한 상태에서 조성되었으며 현재는 운영·관리 문제가 발생하고 있어 물길의 기능과 역할이 상실되고 있다. 지금까지 설치된 물길은 단기에 시행된 시설들로 설치 적정성, 시민 요구 및 주변 환경이 반영되지 못하고 보여주기 식으로 추진되어왔고 조성 후에는 유지용수 공급 어려움, 수질오염, 시설 파손 등 운영·관리상의 문제와 함께 시설의 유희화가 나타났다.

따라서 물길이 서울시가 환경친화적인 도시로 전환되는 기반시설로서 건전한 물순환 회복과 쾌적한 환경을 가져올 수 있는 『물길조성 활성화 방안』이 필요하다. 이를 위해서 물길은 도심에 설치되는 수변공간으로서 계획단계에서 운영단계에 이르기까지 설치와 운영·관리에 대한 기본방향 및 기준이 마련되어야 하며, 도시환경을 쾌적하게 하고 시민수요에 부응하는 지역으로 조성할 수 있는 방안이 필요하다.

2) 연구목적

연구의 목적은 서울시의 도시 물순환을 개선하고 기후변화에 적응하는 쾌적한 환경을 조성하기 위하여 기존에 설치된 물길의 현황조사 및 상태평가를 실시하여 물길조성사업의 개선과 활성화 방안을 도출하는 것이다.

세부적인 연구목적은 다음과 같다.

첫째, 인공적으로 조성된 9개 물길의 현황·현장 조사 및 주변 환경을 분석하여 시설의 위치 적정성과 운영·관리의 문제점을 도출한다.

둘째, 기존 물길의 문제점 해결을 위한 개선방안을 도출하고 물길의 기능을 지속적으로 유지할 수 있는 『물길 설치 및 운영·관리 지침』을 마련한다.

셋째, 도심에서의 물길조성 방향과 기준을 설정한다.

넷째, 도시의 환경을 쾌적하게 하고 시민수요에 부응할 수 있는 『물길조성 수요 지역』을 제시한다.

2_연구내용 및 방법

1) 연구내용의 구성

이 연구는 서울시가 지금까지 도심에서 이루어진 물길조성사업의 내용과 현황을 분석하여 문제점을 파악하고 향후 적용할 수 있는 물길의 조성원칙·방향과 운영·관리 방안, 물길조성 수요 지역을 도출하는 것이다. 연구의 주요 내용은 다음과 같다.

제1장은 서울시 물길조성의 활성화방안 마련에 대한 배경, 필요성과 연구목적을 설정하고 목적을 달성하기 위한 연구방법을 제시한다. 제2장은 물길조성의 타당성을 파악하는 내용으로서 서울시 기후 및 물환경 변화를 검토하며, 물길의 유지용수로 공급할 수 있는 지하철역사의 유출지하수 발생량을 제시한다. 또한, 지금까지 추진한 물길조성사업의 특성에 대해 검토한다. 제3장에서는 도심 물길조성에 필요한 관련법과 국내·외 물길조성사례들을 비교·검토하고 서울시 물길조성 시 고려해야 할 내용을 도출한다.

제4장은 기존의 물길조성사업을 평가하기 위해 먼저 도시 및 수변의 지역·환경적 여건을 검토하고 현장조사를 한다. 이와 함께 물길현황 데이터 분석을 통해 조성 및 운영실태를 진단하여 문제점을 도출한다. 제5장은 앞서 제4장에서 도출된 문제점을 개선하기 위한 구체적인 조성·운영방안을 제시한다. 또한, 제시된 조성방안을 적용하여 향후 사업이 필요한 예상지를 적지 분석(Proper Site Analysis)을 통해 추출한다.

마지막으로 제6장에서는 앞선 장에서 분석된 연구내용을 종합적으로 정리하며 향후 사업 활성화에 필요한 추가적인 연구진 견해를 정책적 제언을 통해 제시한다.

2) 연구방법 및 범위

(1) 연구방법

연구방법은 다음과 같다. 첫째, 물길조성과 관련한 이론적 논의에서부터 조성된 물길조성의 일반적인 한계와 시사점, 계획요소 등을 도출하기 위해 문헌을 고찰한다. 둘째, 현재까지 진행된 물길조성사업의 문제점을 파악하기 위해 현장조사를 토대로 사업 현황과 운영 상태를 분석한다. 또한, 물길 주변 여건을 확인하기 위해 공간데이터를 분석한다. 셋째,

최종적으로 물길조성 수요 지역을 추출하기 위해 공간 적지 분석을 시행한다.

(2) 시간·공간적 범위

평가대상은 2008년부터 서울시가 조성한 9개 물길이며, 물길조성 수요 지역의 적지 분석에 필요한 수변공간 서비스지역은 2015년에 조사된 서울시 소재 법정하천 및 소하천으로 한다. 관련한 모든 자료의 시간적 기준은 최근 자료와 동일한 시간적 조건 적용을 위해 2015년으로 한다.

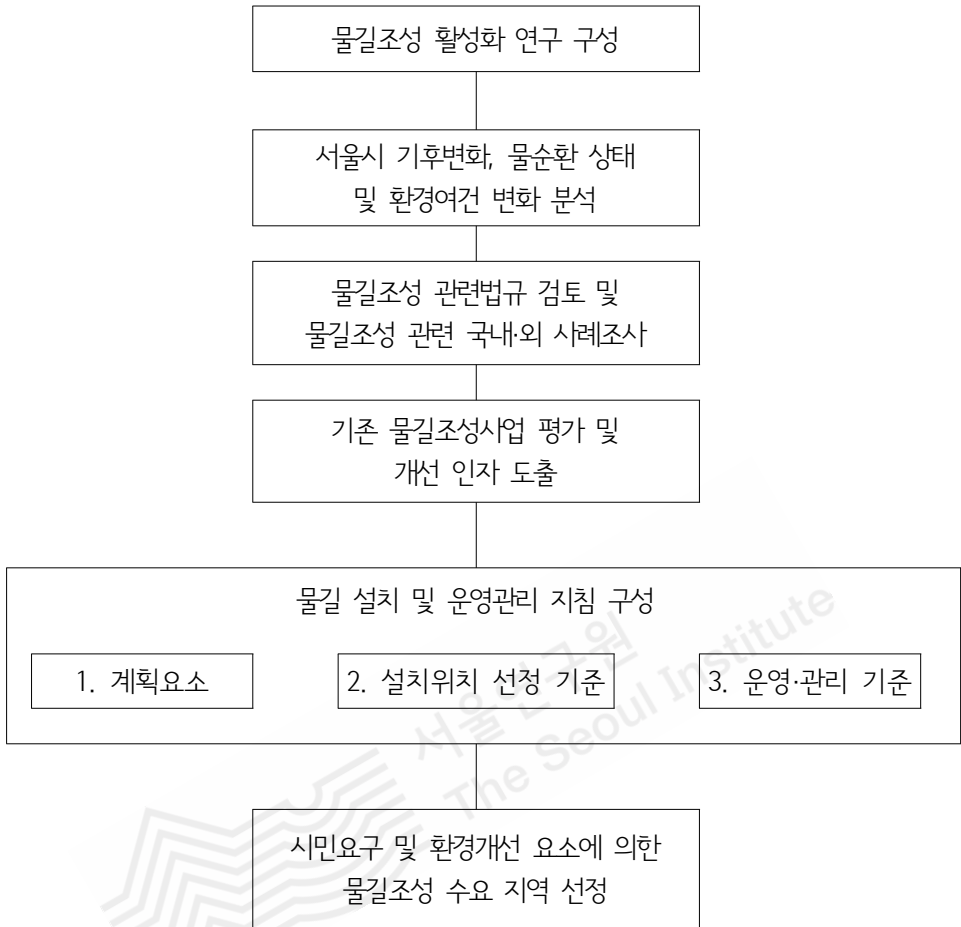
(3) 활용데이터 및 프로그램

활용한 데이터는 다음과 같다. 기존 사업 현황은 서울특별시 물순환안전국 물순환정책과 물 재이용관리팀에서 제공한 「도심 속 실개천 만들기 사업계획」, 「도심 속 실개천 만들기 사업 현황 및 실적」, 「도심 속 실개천 일제점검 결과보고」 자료를 활용하였다.

사업 필요예상지 적지 분석에 활용된 기온데이터는 서울연구원 보유자료인 「기상관측망」(2015), 「기상자료」(2015)를 활용하였다. 유동인구데이터는 서울시 열린 데이터 광장에서 제공하는 「서울시 연도별 유동인구 및 사업체 정보」(2015)를 활용했다. 지하철역사 지하수 유출량은 서울시 물순환안전국 물순환정책과 물 재이용관리팀에서 제공한 「지하철역사별 지하수 발생 및 이용현황」(2013)을 활용하고, 불투수포장비율은 서울연구원 보유자료인 「서울도시생태현황도」(2015)를 활용하였다.

그밖에 서울시 도시 공간구획 및 기반시설, 친수공간 및 시설 확인을 위해서 서울연구원 보유자료인 「새주소시스템 기본도」(2015), 「연속지적도」(2015)를 적용하였다.

공간데이터의 분석은 서울연구원에서 보유한 Arc-Map 10.3.1을 활용하였고 데이터 핸들링은 서울연구원에서 보유한 SAS 9.4 프로그램을 활용하였다.



[그림 1-1] 연구흐름도

02

서울시 환경변화 및 물길조성사업

- 1_서울시 환경변화
- 2_서울시 물길조성사업
- 3_시민 물길 이용만족도

02 | 서울시 환경변화 및 물길조성사업

서울시는 고밀도의 대도시로서 도시화와 기후변화가 급격하게 진행되었다. 2015년 인구 총조사에 의하면 우리나라 전체인구의 약 20%(약 980만 명)가 서울시에 거주하고 있으며, 인구밀도는 16,183/km²로 베이징 11,500명/km²보다 높아 세계 6위 수준이다. 인구 고밀도와 함께 도시화와 기후변화가 급속히 진행되면서 자연물순환과 수변공간 상실, 환경기반시설의 부족 상태에서 환경서비스의 수요는 상승하는 등 환경·사회·문화 문제가 복잡하고 다양하게 나타나고 있다. 현재 진행되고 있는 ‘서울시 물길조성사업’은 서울시의 도시 기후 조절능력을 강화하여 쾌적한 환경을 형성시키고 도시 어메니티와 삶의 질을 향상하기 위한 공공서비스 확대 사업으로 도시의 환경문제를 해소시켜 줄 것으로 기대되고 있다.

서울시의 물환경 및 기후환경의 변화를 분석해 물길조성사업의 필요성과 타당성에 대해 검토하기 위해 다음의 사항을 제시한다. 서울시 기후 및 물환경 변화를 검토하여 물길조성의 필요성을 살펴보고, 물길의 유지용수로 공급할 수 있는 지하철역사의 유출지하수 발생량을 조사하여 물길조성 가능성을 검토하였다. 또한, 지금까지 추진한 물길조성사업의 추진체계에 대해 제시하였다.

1_서울시 환경변화

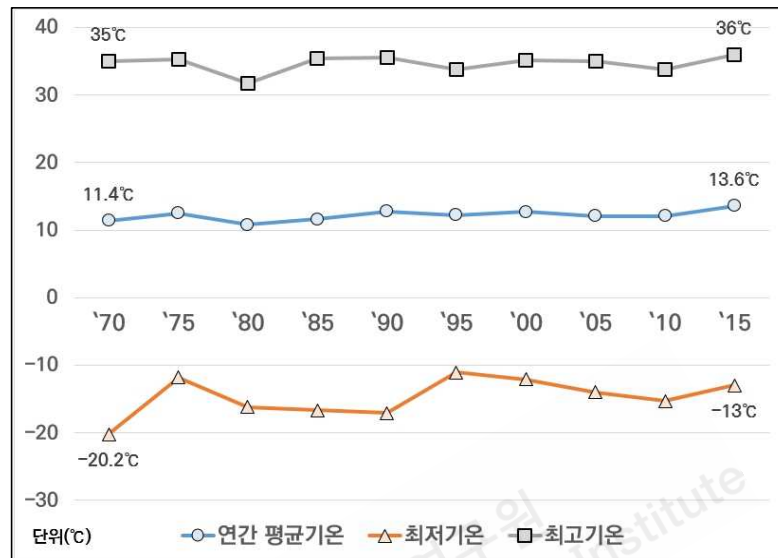
1) 기온변화

(1) 서울시 기온변화

서울시는 1970년부터 2015년까지 약 1.2°C의 기온이 상승하였다. 서울기상관측소에서 측정된 45년 동안의 기온변화¹⁾를 살펴보면 연간 평균기온이 1970년의 11.4°C에서 2015년에는 13.6°C로 2.2°C가 상승하였다. 연간 최저기온은 영하 20.2°C에서 영하 13°C로 7.2°C

1) 서울시 ASOS(Automated Synoptic Observing System: 종관기상관측장비) 장비로 측정된 기상관측 자료이다. 서울시 종로구에 있는 기상청 서울관측소에서 측정하며, 기온, 습도, 풍향 등 14개 항목을 측정하여 기록

상승하였으며, 연간 최고기온은 35°C에서 36°C로 1°C 상승하였다. 45년간의 서울시 기온 변화는 [그림 2-1]과 같다.



출처: 기상청(2015), 서울시 기상자료

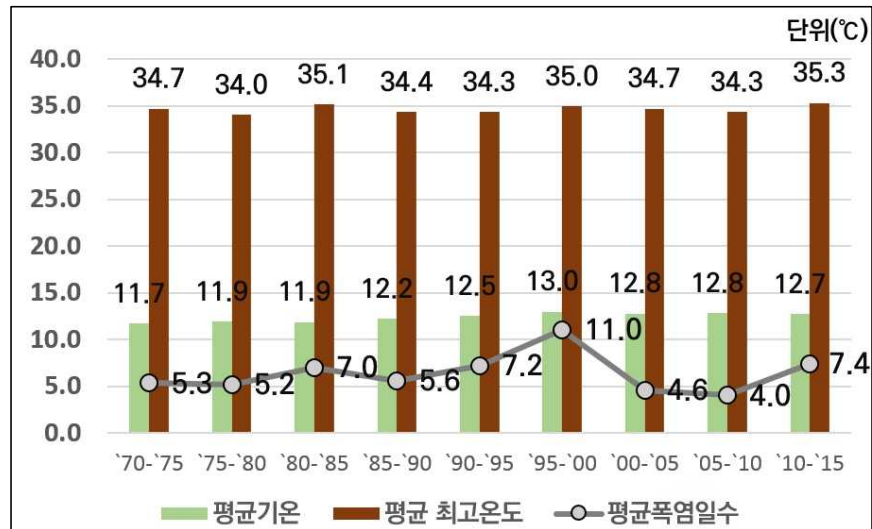
[그림 2-1] 서울시 평균·최고·최저 기온 변화(1970-2015)

기상청에서 발표한 IPCC 제5차 평가보고서(2015) 내용에 의하면 지구온난화로 인해 1880년부터 2012년까지 133년간 평균기온이 0.85°C 상승하였다. 서울시 평균기온 상승 폭은 세계 평균기온 변화와 비교하면 약 1.3°C, 2.6배 높은 것이다.

(2) 서울시 고온 발생 분포

서울시의 연간 폭염 발생 현황²⁾을 살펴보면 1970년부터 2015년까지 45년간 총 286회의 폭염이 발생하였으며, 연평균 7일 정도 폭염이 발생한 셈이다. 이와 같은 경향을 5년 단위로 살펴보면 평균 폭염 발생일수는 일 평균기온의 평균값, 일 최고기온의 평균값 변화와 비슷한 양상을 보이는 것으로 나타났다([그림 2-2]). 따라서 하절기에 도심에서의 열환경을 완화해 나가야 한다.

2) 일 최고기온이 33°C 이상인 날로 국내에서는 6~9월에 폭염 발생이 집중되는 경향을 보임.



출처: 기상청(2015), 기후자료 내 서울시 기상개황

[그림 2-2] 서울시 5년 단위 폭염발생 일수 및 기온변화 추이

2015년의 서울시 여름철 오후 2시~4시의 기온현황을 살펴보면 [표 2-1]과 같다. 서울시 32개 AWS 지점에서 측정된 6월과 9월 오후 2시~4시의 평균기온은 27.6°C로 나타났으며, 관악산 AWS 지점이 23.0°C로 가장 낮았고 서초 AWS 지점이 28.8°C로 가장 높았다. 지점 간 기온 차는 5.8°C로 비교적 높은 차이가 났으나 대체로 27°C 이상의 온도가 분포하는 것으로 나타났다.

기온의 전반적인 분포를 확인하기 위해 보간법(Geometric Interpolation)을 활용하여 서울시 전 지역의 기온을 추정하였다([그림 2-3]). 보간법을 활용하여 추정된 기온 면형화 데이터는 2015년 수도권 AWS³⁾ 관측데이터 중 6~9월까지 매일 오후 2시~4시까지의 평균 기온을 활용하여 산출하였다. 산출방법은 IDW(Inverse Distance Weighted: 역거리 가중치법)⁴⁾ 보간법을 활용하였다. 측정지점별 해발고도를 지리가중치에 포함하였다.

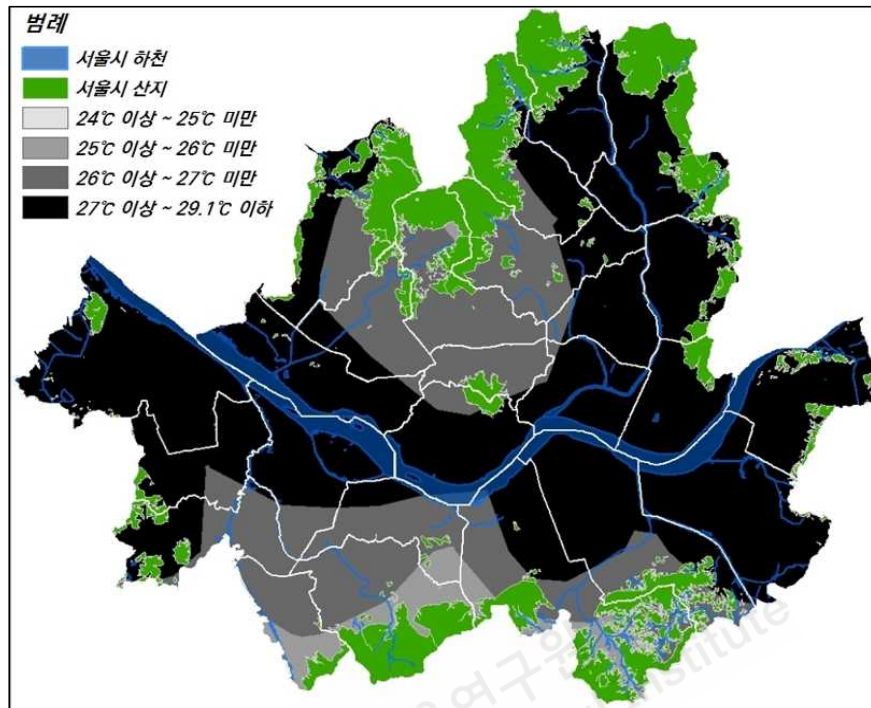
3) ASOS와 반대로 AWS(Automatic Weather System: 자동기상관측시스템)는 무인으로 기온, 습도, 풍향, 풍속, 일사량 등을 측정하여 데이터를 기상청으로 송신하는 장비이다. 서울에는 28개 관측소가 설치되어 있으며, 수도권에는 전체 95개 관측소가 설치되어 있음.

[표 2-1] 서울시 AWS 지점별 6~9월의 오후 2시~4시 평균기온

지점명	AWS 지점번호	노장해발고도(m)	2015년 6월~9월 오후 2시~4시 평균기온(°C)
관악산(관악)	116	622	23.0
강남	400	60	27.9
서초	401	36	28.8
강동	402	57	28.1
송파	403	54	27.8
강서	404	79	27.6
양천	405	10	28.5
도봉	406	56	27.7
노원	407	52	27.5
동대문	408	49	27.6
중랑	409	40	28.0
기상청(종로)	410	34	28.0
마포	411	26	28.2
서대문	412	101	27.6
광진	413	38	28.1
성북	414	126	28.0
용산	415	33	28.3
은평	416	70	27.4
금천	417	42	27.6
한강(영등포)	418	11	27.9
중구	419	266	26.8
성동	421	34	27.7
북악산(성북)	422	333	25.0
구로	423	54	27.9
강북	424	56	28.0
관악	509	145	26.9
영등포	510	24	28.1
현충원(동작)	889	17	28.4

출처: 기상청(2015), 서울시 기상자료

- 4) IDW 보간법은 기지점(측정된 지점) 간 거리에 따라서 비선형적 가중치를 산출하고 산출된 가중치를 적용해 미지점(측정되지 않은 지점)의 데이터를 산출해 내는 보간방식이다. 기본적으로 측정지점에서 측정되지 않은 미지점까지의 거리가 증가할수록 측정데이터(혹은 영향력)는 감소한다는 것이 기본 가정이다(이희연·심재현, 2000).



[그림 2-3] 서울시 6~9월 오후 2시~4시 기온분포도

2015년 서울시 6~9월 오후 2~4시의 평균 기온분포는 북한산과 북악산 남측(종로구-중구-서대문구-성북구), 관악산 북측(관악구-동작구-금천구)의 기온이 다른 지역에 비해 상대적으로 낮게 나타났으며 그 외 자치구는 평균기온이 27.6°C이거나 이를 초과하고 있다.

(3) 자치구별 고온 발생 분포

자치구별 서울시 6~9월 오후 2~4시의 평균기온인 27°C 이상의 기온분포 면적은 [표 2-2]와 같다. 27°C보다 높은 기온분포를 보이는 지역은 서울시 면적의 약 70%를 차지하고 있으며 지역 내 거주인구는 약 685만 명이 해당한다.

지역적으로 한강 남측 자치구 중 관악구-금천구-동작구-서초구는 대체로 27°C보다 낮은 분포이며, 이 외 자치구는 27°C 이상의 기온분포 면적이 자치구 면적의 80% 이상을 차지하고 있다. 한강 북측 자치구 중 종로구-중구-서대문구-성북구(약 40% 미만)를 제외한 나머지 자치구에서 27°C 이상의 기온분포 면적이 자치구 면적의 80% 이상인 것으로 나타났다.

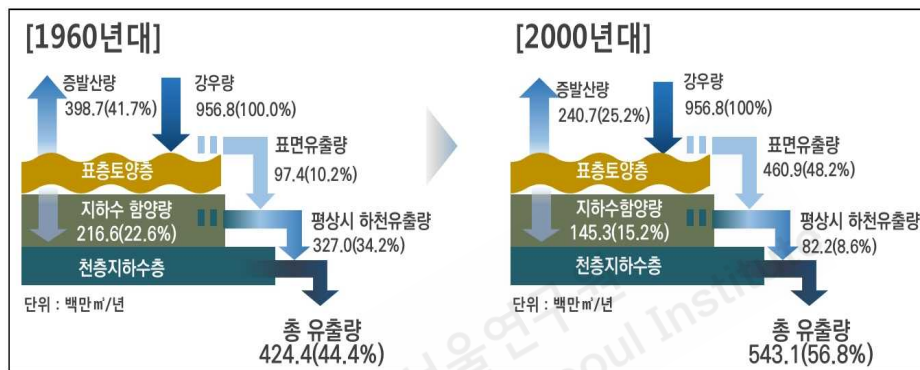
[표 2-2] 서울시 6~9월 오후 2~4시의 평균기온 27°C 이상 지역

자치구		27°C 이상 지역 면적(km ²)	27°C 이상 지역 자치구 면적 비율(%)	27°C 이상 지역 내 거주인구(만 명)
한강 남측 (11개 자치구)	강남구	26.7	77	41
	강동구	22.2	100	47
	강서구	40.3	100	55
	관악구	0.0	0	0
	구로구	8.0	46	19
	금천구	0.0	0	0
	동작구	3.2	20	8
	서초구	11.5	36	14
	송파구	33.7	100	65
	양천구	14.4	87	41
	영등포구	20.7	84	33
	합계	180.6	68	340
한강 북측 (14개 자치구)	강북구	8.9	76	25
	광진구	15.2	100	37
	노원구	20.8	100	59
	도봉구	12.3	100	35
	동대문구	13.0	91	32
	마포구	23.2	98	36
	서대문구	4.8	30	9
	성동구	16.2	96	29
	성북구	6.8	36	17
	용산구	17.7	85	19
	은평구	11.0	59	27
	종로구	0.0	0	0
	중구	0.3	4	1
	중랑구	15.6	100	40
	합계	166.0	72	345
서울시 종합		346.6km ²	70%	≒685만 명

2) 물순환 변화

(1) 서울시 물순환 변화

서울시는 급격한 도시화에 따라 토지이용이 변화였고, 시가지지역이 증가함에 따라 지표면이 불투수면으로 변화하였다. 불투수면적의 증가는 도시 물환경을 변화시켜 지역을 건조하게 만들고, 지하수 수위 저하, 하천 건천화, 홍수피해 발생 등 심각한 도시문제를 일으키게 된다. 서울시의 물순환 변화를 나타내면 [그림 2-4]와 같다.



출처: 김영란(2010), 물부족에 대응한 물수요관리 도입계획

[그림 2-4] 1960년대, 2000년대 서울시 물순환 변화 양상

1960년대 서울시의 물순환을 살펴보면 추정되는 총 강수량⁵⁾은 약 957(백만m³/년)이다. 강수량에 대한 증발산량은 398.4(백만m³/년), 표층토양층으로 흡수된 지하수 함양량은 216.6(백만m³/년)이다. 우수는 표면으로 유출(97.4(백만m³/년))되거나 천층지하수층을 통하여 하천으로 유출(327.0(백만m³/년))되는데, 이때 유출되는 물의 양은 총 424.44(백만m³/년)가 된다.

1960년대에 비해 2000년대에는 불투수토양이 증가함에 따라 1960년대보다 118.7(백만m³/년) 많은 우수가 유출되었다. 1960년대와 동일한 강수량을 토대로 추정된 물의 이동과 양은 증발산량은 240.7(백만m³/년), 지하수 함양량은 145.3(백만m³/년), 표면유출량

5) 강수량은 비의 형태로 대기 중 수분이 지표층으로 이동한 양을 의미한다. 강수량은 강우량과 강설량을 합한 양임.

은 460.9(백만 m^3 /년)이다. 1960년대에 비해 표면유출량은 4.7배 증가하였고, 지하수 함양량은 1960년대의 약 67% 수준으로 줄었고, 평상시 하천유출량은 약 25% 수준으로 감소하였다.

일반적으로 강우가 발생하면 지표 아래(표층토양층)로 투수되어 지하수의 함양량이 증가하거나 지하수가 하천으로 유출되게 된다. 하지만, 서울시는 불투수면적의 증가에 따라 하천으로 유입되는 유출량이 75%가 줄어 하천의 건천화가 급격히 진행되었다.

서울시 불투수율 증가에 따른 물순환시스템 변화와 우수의 이동량 변화는 [표 2-3]과 같다.

[표 2-3] 1960년대, 2000년대 서울시 물순환 변화 및 비율

(단위: 백만 m^3 /년)

구분	강우량	증발산량	지하수 함양량	표면 유출량	평상시 하천유출량	총 유출량
1960년대	956.8 (100.0%)	398.4 (41.7%)	216.6 (22.6%)	97.4 (10.2%)	327.0 (34.2%)	424.44 (44.4%)
2000년대	956.8 (100.0%)	240.7 (25.2%)	145.3 (15.2%)	460.9 (48.2%)	82.2 (8.6%)	543.1 (56.8%)

출처: 김영란(2010), 물부족에 대응한 물수요관리 도입계획

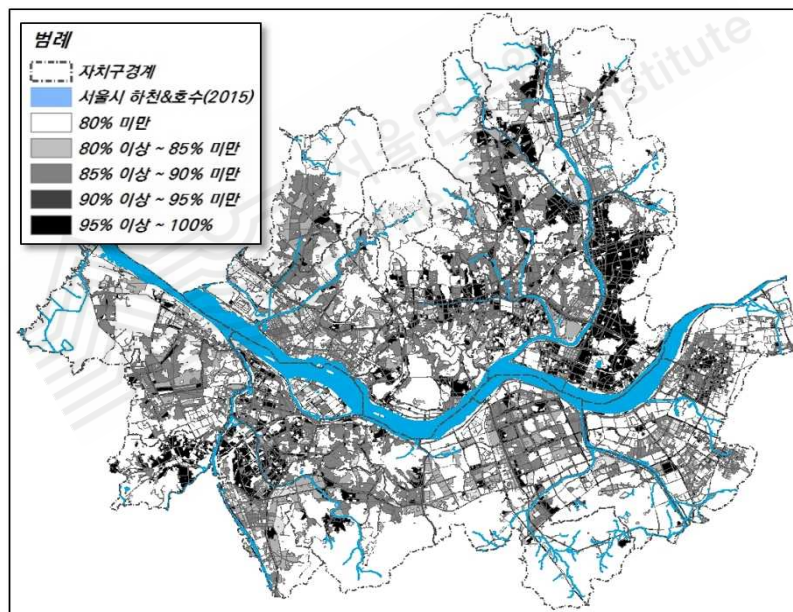
강우량은 1960년대와 2000년대 동일한 상태에서 증발산량의 비율은 1960년대 약 42%에서 2000년대 25%로 총 17%p 감소하였다. 증발산량이 감소할수록 도시건조 및 열환경 악화를 초래하게 된다. 표층토양층 하부의 지하수가 적을수록 하천으로 유출되는 용수가 감소하여 건천으로 되고 이에 따라 하천에서 수변공간은 사라지게 된다. 지하수 함양량 비율은 1960년대 강우량의 약 23%에서 2000년대 강우량의 약 15%로 감소하였다. 이와 함께 표면유출량 1960년대 강우량의 약 10%에서 2000년대 강우량의 약 48%로 38% 증가해 침수피해와 같은 재해 문제를 일으킬 가능성이 증가하였다.

(2) 서울시 불투수토양면적 분포

시가지의 불투수토양면적비율은 서울시 전체면적 605.2 km^2 중 산림면적을 제외하고 실질적인 도심지역인 496.7 km^2 를 대상으로 산정하였다. 2015년 기준 서울시 25개 자치구별 불투

수토양면적비율⁶⁾(이하 불투수율) 80% 이상 지역 면적⁷⁾, 불투수율 80% 이상 지역 내 거주인구를 살펴보았다.

서울시 불투수율 80% 이상 지역 면적은 약 247km²이다. 이 중 한강 남측 11개 자치구는 약 123km², 한강 북측 14개 자치구는 약 125km²의 면적이 불투수율 80% 이상 지역이었다. 전체 자치구 중 강남구가 17.4km²로 불투수율 80% 이상 지역 면적이 가장 높았으며, 송파구 13.9km², 영등포구 13.3km²로 나타난다. 불투수율 80% 이상 지역을 포함하는 면적이 넓은 자치구는 한강 남측에 집중되어 있다. 한강 북측지역에는 성북구 10.9km², 마포구 10.8km², 노원구 10.5km² 순으로 나타난다. 반면 불투수율 80% 이상 면적을 가장 적게 포함하는 자치구는 금천구(6.8km²)와 중구로 나타났다. 서울시의 자치구 면적 대비 불투수율 80% 이상 지역은 [그림 2-5], [표 2-4]와 같다.



[그림 2-5] 서울시 불투수율 80% 이상 지역 분포

6) 서울시 불투수토양면적은 서울시 도시생태현황도 현황자료 내 불투수토양비율을 활용하였음..

7) 서울시 시가지화 지역(시가지) 평균 불투수율은 77%로 토지의 불투수율이 80% 이상이면 시가지로 볼 수 있음.

서울시 불투수율 80% 이상 지역 면적비율은 50%이며, 한강 북측이 한강 남측보다 자치구 면적 대비 높은 불투수율을 나타내고 있다. 중구가 25개 자치구 중 자치구 면적 대비 불투수율 80% 이상 지역 비율이 76%로 가장 높으며, 한강 북측 자치구 중 중구를 제외하고 동대문구 65%, 강북구 64%, 중랑구 61% 순으로 높게 나타난다. 한강 남측에서는 11개 자치구 중 금천구 60%, 양천구 57%, 구로구 55% 순으로 높게 나타났다. 강서구는 31%로 전체 자치구 중 불투수율 80% 이상 지역을 가장 적게 포함하고 있다.

[표 2-4] 서울시 자치구별 불투수율 80% 이상 지역의 면적비율 및 거주인구

자치구		불투수율 80% 이상 지역 면적 (km ²)	불투수율 80% 이상 지역 자치구 면적비율 (%)	불투수율 80% 이상 지역 내 거주인구 (만 명)
한강 남측 (11개 자치구)	강남구	17.4	50	27
	강동구	9.2	41	19
	강서구	12.7	32	17
	관악구	9.8	53	28
	구로구	9.7	55	23
	금천구	6.8	60	15
	동작구	8.7	54	22
	서초구	11.8	37	15
	송파구	13.9	41	27
	양천구	9.4	57	27
	영등포구	13.3	54	21
합계		122.6	46	231
한강 북측 (14개 자치구)	강북구	7.4	64	21
	광진구	9.2	61	22
	노원구	10.5	50	30
	도봉구	7	57	20
	동대문구	9.2	65	23
	마포구	10.8	45	17
	서대문구	8.2	51	16
	성동구	8.9	53	16
	성북구	10.9	58	27
	용산구	8	38	9
	은평구	10.3	55	25
	종로구	7.9	49	8
	중구	6.8	76	9
	중랑구	9.5	61	25
합계		124.7	54	259
서울시 종합		247.3km ²	50%	≈490만 명

불투수율 80% 이상 지역에 거주하는 서울시 인구는 총 490만 명으로 추산된다. 한강 남측에 231만 명, 한강 북측에 259만 명으로 한강 북측이 28만 명 더 많은 인구가 거주하는 것으로 나타났다. 자치구별로는 노원구가 30만 명으로 가장 많은 인구가 불투수율 80% 이상 지역에 거주하는 것으로 나타났으며, 관악구 28만 명, 강남구·송파구·양천구 27만 명 순으로 높았다([표 2-4]). 불투수율이 높은 지역은 여름철 열섬현상에 취약하므로 시민들에게 수변공간을 제공하고 증발산량을 증가시켜 열환경을 완화할 수 있는 공간 조성이 필요하다.

3) 하천 분포

(1) 서울시 하천 현황

서울시에 있는 법정하천 및 소하천은 총 58개이다. 2017년 기준으로 서울시 소재 하천은 [표 2-5]와 같다.

[표 2-5] 서울시에 위치하는 하천 현황

구분	하천명	연장(km)	구분	하천명	연장(m)
국가 하천 (4개)	한강	40.2	지방 하천 (36개) (계속)	면목천	1.9
	중랑천	20.5		목감천	3.6
	안양천	14.0		목동천	4.7
	아리천	0.2		반포천	4.8
	합계	74.8		방학천	3.1
지방 하천 (36개)	가오천	2.3		봉원천	1.3
	고덕천	3.6		봉천천	5.0
	굴포천	0.4		불광천	7.3
	녹번천	3.2		사당천	4.9
	당현천	5.8		성내천	7.7
	대동천	1.7		성북천	5.2
	대방천	5.5		세곡천	4.8
	도림천	11.0		시흥천	2.8
	도봉천	3.7		양재천	8.3
	망월천	1.2		여의천	4.9

[표 2-5 계속] 서울시에 위치하는 하천 현황

구분	하천명	연장(km)	구분	하천명	연장(m)
지방 하천 (36개) (계속)	오류천	4.9	소하천 (18개) (계속)	신원천	1.3
	우이천	8.5		안골천	1.0
	월곡천	3.5		역곡천	1.0
	전농천	2.3		오리천	0.4
	정릉천	9.0		우면천	1.4
	창릉천	2.2		원지천	1.0
	청계천	8.1		인수천	0.3
	탄천	8.8		장지천	4.1
	향동천	3.3		진관천	2.0
	홍제천	11.1		평창1천	0.5
	화계천	3.3		평창2천	0.2
	합계	138.1		평창천	1.1
				형촌천	0.8
소하천 (18개)	구기1천	1.1	전체 하천 (58개)	합계	19.6
	구기천	1.0		총계	232.5
	내곡천	0.5			
	백운천	0.4			
	새원천	1.6			

출처: 조용모 외(2015), 서울시 실개천의 기능향상과 관리방안

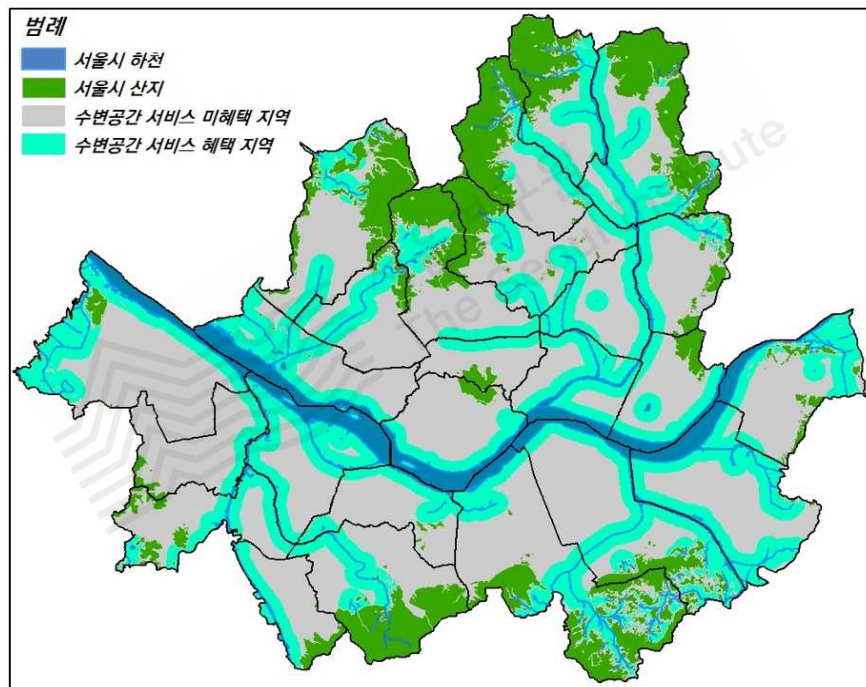
「하천법」에는 국토의 보전 및 국민 경제상 보존이 필요한 하천을 국가하천으로, 지방의 공공이용과 밀접한 관계가 있는 하천을 지방하천으로 구분·지정하여 관리하고 있다. 또한, 「소하천정비법」에 의해 「하천법」에 준용되지 않는 하천 중 소하천을 별도로 지정 관리하고 있다. 서울시 국가하천은 서울 중심을 가로지르는 한강을 포함하여 4개 하천이 있고 총연장은 약 75km에 이른다. 지방하천은 복원하천을 대표하는 청계천을 포함하여 36개 하천이 있고 총연장은 약 138km이다. 소하천은 구기천을 포함하여 18개 하천이 있고 총연장은 19.6km이다. 서울시 소재 모든 하천의 연장은 총 232.5km로 서울시 외곽 둘레인 176.5km의 1.3배에 달한다.

(2) 수변공간 서비스 혜택 면적

하천의 기능은 다양하다. 하천의 기능은 홍수량 배제의 치수 기능에서부터 수자원의 저장·공급의 이수기능, 생물 서식공간 제공, 열섬효과 완화, 미기후⁸⁾ 조절, 경관적·심미적 도시

환경개선 및 모임·만남의 공간 제공, 도시재생기능에 이르기까지 다양한 순기능이 있다.

수변공간 서비스 혜택 지역은 하천의 기능별로 다르게 산정될 수 있지만, 시민들이 하천에 들어가 물과 자연을 느끼면서 휴식과 만남 등의 서비스를 직접 받을 수 있는 하천으로부터 반경 500m 내의 지역을 말하며 도보로 7~10분 거리 내 지역이다. 수변공간 서비스 미혜택 지역은 하천 주변 500m 이외 지역으로 도보 7~10분 거리에 하천이 없고 물환경과 미기후 상황이 열악한 지역이다. 따라서 해당 지역은 물길조성사업이 필요한 지역이다. 이와 같은 조건을 토대로 수변공간 서비스 혜택 지역을 살펴보면 [그림 2-6]과 같이 분포하게 된다.



[그림 2-6] 서울시 하천 및 수변공간 서비스(도보 7~8분 이내로 하천접근 가능지역) 분포

8) 미기후는 접지층(지표로부터 대략 1.5m 이격된 공간)의 기후를 의미하는 용어이다. 접지층의 기후상태는 지표면의 상태, 토질, 함수율 등과 관련이 있으며 동식물 생식과 인류의 보건상태 및 어메니티에 영향을 줌.

수변공간 서비스 미혜택 지역은 총 264.3km²로서 서울시 시가화 면적(496.7km²)⁹⁾의 53%에 해당하는 비율이다. 서울시 거주인구 중 약 520만 명은 수변공간 서비스를 받지 못하는 소외지역에 거주하는 셈이다. 구별 미혜택 지역 면적은 [표 2-6]과 같다.

[표 2-6] 서울시 수변공간 서비스 미혜택 지역 분포

자치구		미혜택 지역 자치구 면적(km ²)	미혜택 지역 자치구 면적비율(%)	미혜택 지역 인구밀도(천 명/km ²)
한강 남측 (11개 자치구)	강남구	17.9	52	7.88
	강동구	11.3	51	10.73
	강서구	23.5	59	7.94
	관악구	12.0	65	18.40
	구로구	10.3	59	14.19
	금천구	7.4	65	13.76
	동작구	10.7	67	16.48
	서초구	15.7	50	6.15
	송파구	13.9	41	7.91
	양천구	13.6	82	23.28
	영등포구	7.9	32	5.18
합계		144.2	54	10.17
한강 북측 (14개 자치구)	강북구	8.0	69	19.16
	광진구	7.6	50	12.09
	노원구	7.8	37	10.51
	도봉구	4.4	36	10.15
	동대문구	7.0	49	11.92
	마포구	8.6	36	5.61
	서대문구	9.9	62	12.07
	성동구	5.5	32	5.71
	성북구	9.9	53	13.02
	용산구	12.3	59	6.42
	은평구	12.3	66	16.03
	종로구	10.5	65	6.23
	중구	6.7	75	10.18
	중랑구	9.7	62	15.95
합계		120.1	52	10.85
서울시 종합		264.3km ²	53%	≒1천 명/km ²

9) 서울시 시가화 면적(496.7km²) = 서울시 전체면적(605.2km²) - 서울시 산지 면적(108.5km²)

자치구별로 수변공간 서비스 미혜택 지역 면적을 살펴보면 한강 남측에서 면적이 가장 넓은 지역은 강서구(23.5km²)로 나타났다. 또한, 자치구 면적 대비 미혜택 지역 면적비율이 높은 자치구는 양천구이며 비율은 약 82%에 이른다. 한강 북측에서는 용산구·은평구(12.3km²)가 미혜택 지역 면적이 가장 넓은 것으로 조사되었다. 중구는 미혜택 지역 면적(6.7km²)이 상대적으로 낮았으나 비율은 약 75%에 육박하는 것으로 조사되었다. 따라서 쾌적한 도시환경의 조성을 위해서는 수변공간 서비스 미혜택 지역에 물길조성사업과 같은 공공서비스 사업이 확충·공급될 필요가 있다.

4) 유출지하수 발생 현황

(1) 지하철역사별 유출지하수 발생량 및 사용현황

서울시 지하철은 대부분 지표면의 지하수 수위 아래에 분포하여 설치·운영되고 있으므로 지하철역사에서는 유출지하수가 발생하고 있다. 「지하수법」에는 지하철역사에서 발생하는 300m³/일 이상의 유출지하수는 다른 용도로 이용하는 계획을 수립하도록 규정하고 있다. 서울시가 조성한 물길은 인공수로로서 유지용수를 인근 지하철역사에서 발생하는 유출지하수를 이용하여 수자원이용의 효율성과 물순환환경의 건전성을 높이는 것을 조성 목적으로 하고 있다.

서울시 자치구별 지하철역사¹⁰⁾에서 발생하는 유출지하수량 및 유출지하수 사용량은 [표 2-7]과 같다. 서울시 지하철역사에서 발생하는 총 유출지하수는 81,456m³/일이고, 이 중 약 70%인 56,744m³/일(약 70%), 미사용량은 24,682m³/일(약 30%)로 나타났다. 한강 북측은 총 발생량 39,757m³/일 중에서 35,267m³/일을 사용하여 발생하는 유출지하수의 88%를 사용하고 12%(4,490m³/일)를 미사용하는 것으로 분석되었다. 반면 한강 남측의 경우 총 41,669m³/일의 유출지하수가 발생하여 이 중 52%(21,477m³/일)를 사용하고, 48%(20,192m³/일)는 사용하고 있지 않다.

10) 새주소시스템(2015)에 구축된 지하철역사는 총 285개소(9호선 일부 구간 및 신분당선 역사 포함되지 않음)이지만 유출지하수 통계자료는 266개 역사만을 대상으로 분석했다. 이와 같은 이유는 지하철역사 중 일부 지상 구간(유출지하수가 발생하지 않는 지하철역사)과 현재 건설 중인 지하철역사 등이 반영되지 않았기 때문이다.

[표 2-7] 서울시 자치구별 지하철역사의 유출지하수 발생량 및 사용량

(단위: m³/일)

자치구		지하수 발생량	사용 총량	미사용량
한강 남측 (11개 자치구)	강남구	12,943	10,228	2,715
	강동구	6,260	4,213	6,256
	강서구	1,061	70	991
	관악구	1,021	883	138
	구로구	474	31	443
	금천구	149	0	149
	동작구	3,646	1,374	2,272
	서초구	3,566	2,176	1,390
	송파구	5,655	3,974	5,651
	양천구	215	0	215
	영등포구	6,709	6,707	2
	합계	41,669	21,477	20,192
한강 북측 (14개 자치구)	강북구	44	4	40
	광진구	1,677	1,596	81
	노원구	6,173	6,172	1
	도봉구	221	0	221
	동대문구	3,089	2,703	386
	마포구	1,744	842	902
	서대문구	2,547	2,387	160
	성동구	592	2	590
	성북구	4,750	4,738	12
	용산구	1,552	1,427	125
	은평구	3,817	3,238	579
	종로구	6,451	6,072	379
	중구	4,580	3,597	983
	중랑구	2,520	2,489	31
합계	39,757	35,267	4,490	
서울시 종합		81,456	56,744	24,682

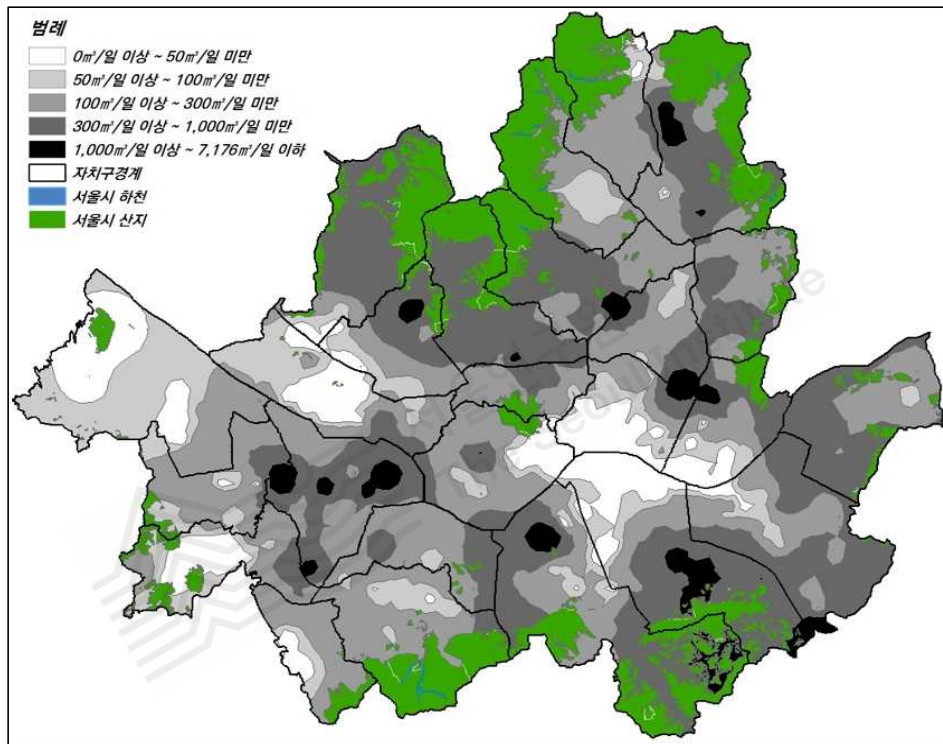
출처: 서울시 물순환안전국 물순환정책과(2013), 지하철역사별 지하수 발생 및 이용현황

지하철 유출지하수 발생량이 가장 많은 자치구는 강남구로 12,943m³/일이며, 종로구 6,451m³/일, 강동구 6,260m³/일 순으로 많이 유출되었다. 발생량이 가장 적은 지역은 금천구 149m³/일, 양천구 215m³/일, 도봉구 221m³/일 순이다. 유출지하수 사용량이 가장 많은 자치구는 강남구 10,228m³/일로 발생량의 약 80%를 사용하는 것으로 나타났다.

강남구 다음으로 노원구 6,172m³/일(사용비율 99.9%), 종로구 6,072m³/일(94%) 순으로 사용량이 많은 것으로 나타났다. 반면 금천구 및 양천구, 도봉구의 지하철역사에서는 유출지하수를 다른 용도로 활용하고 있지 않다.

(2) 자치구별 유출지하수 발생량 분포

서울시의 지하철역사에서 유출되는 유출지하수 발생권역¹¹⁾ 분포는 [그림 2-7]과 같다.



[그림 2-7] 서울시 지하철역사의 유출지하수 발생권역 분포

서울시 지하철역사에서 발생하는 평균 유출지하수는 306m³/일이다. 「지하수법」 제9조의2 1항에는 지하시설물 설치로 인해 국토교통부령으로 정하는 기준 이상의 지하수가 유출될 경우 유출량 감소 대책을 수립하게 되어 있으며, 대책에도 불구하고 기준 이상의 지하수

11) 지하철역사에서 발생하는 유출지하수량을 IDW 보간법으로 유출지하수 영향권을 산정한 분포도

가 유출될 경우 이를 특정 용도로 이용할 수 있는 이용계획을 수립하게 되어 있다.

지하철역사에서 발생하는 유출지하수량을 활용하여 추정된 300m³/일 이상의 유출지하수 발생권역에 대한 자치구별 면적현황은 [표 2-8]과 같다.

[표 2-8] 서울시 자치구별 지하철역사 유출지하수 300m³/일 이상 발생지역

자치구		유출지하수 300m³/일 이상 지역 면적(km²)	유출지하수 300m³/일 이상 지역 자치구 면적비율(%)	유출지하수 300m³/일 이상 지역 거주인구(만 명)
한강 남측 (11개 자치구)	강남구	18	52	27
	강동구	12.6	57	26
	강서구	0	0	0
	관악구	0.9	5	3
	구로구	1.8	10	4
	금천구	0	0	0
	동작구	4.8	30	12
	서초구	17.8	56	22
	송파구	19.3	57	37
	양천구	2.1	12	6
	영등포구	15	61	24
합계		92.2	35	174
한강 북측 (14개 자치구)	강북구	0.4	3	1
	광진구	5	33	12
	노원구	12.3	59	35
	도봉구	0.8	7	2
	동대문구	5	35	12
	마포구	2	8	3
	서대문구	6.6	41	13
	성동구	2	12	4
	성북구	10.8	58	27
	용산구	3.6	17	4
	은평구	14.8	79	36
	종로구	15.4	95	15
	중구	2.1	24	3
	중랑구	6.1	39	16
합계		86.8	38	180
서울시 종합		179km²	36%	≈354만 명

300m³/일 발생권역 면적은 총 179km²로 서울시 전체면적의 36%(한강 남측 35%, 한강 북측 38%)로 나타났다. 한강 남측 총 92.2km², 한강 북측 총 86.8km²로 강남권의 면적이 약 6km² 넓은 것으로 분석되었다.

자치구별로 한강 남측은 송파구가 19.3km²로 가장 넓고 강남구 18km², 서초구 17.8km² 순으로 권역이 넓었다. 한강 북측은 종로구 15.4km², 은평구 14.8km², 노원구 12.3km² 순이었다. 해당 자치구는 물길조성사업시행 시 물길에 공급될 유지용수의 확보가 상대적으로 쉬운 지역으로 구분 지을 수 있다. 반면 금천구·강서구는 일 평균 유출지하수량이 300m³/일 이상 발생하는 지하철역사가 없는 것으로 파악되어 물길조성사업 시행이 상대적으로 어려운 지역이다.

서울시 유출지하수 300m³/일 이상 발생권역 내 거주인구는 총 354만 명으로 추산된다. 한강 남측 174만 명, 한강 북측 180만 명으로 큰 차이가 나지 않는다. 자치구별로는 송파구 37만 명, 은평구 36만 명, 노원구 35만 명 순이며, 이 중 금천구 및 강서구는 300m³/일 이상의 유출지하수 발생지역이 없어 거주인구가 추출되지 않았다.

2_서울시 물길조성사업

1) 물길조성사업 추진

서울시 물길조성사업은 하천이 없는 지역에 수변공간을 조성하는 사업으로서 ‘도심 속 실개천(물길) 만들기’ 사업은 ‘친하게 만날 수 있는 물가조성’ 시책의 3개 세부사업 중 하나이다. 사업 초기 ‘실개천’이라는 사업명칭을 활용하였으나 현재는 사업의 목적, 조성방식·유형을 고려하여 ‘물길’이라는 용어로 바꾸어 사용하고 있다. 실개천은 하천(자연적) 상류의 소류(小流)를 의미하나, 물길은 물이 흐르는 모든 길을 나타내는 용어이므로 서울시에 서 조성되고 있는 인공수로는 물길로 통칭할 수 있다.

물길조성사업은 사업 취지상 인공적으로 순환되는 소류 규모의 유로와 수변을 포함하는 공간을 조성하고자 하는 사업이다. 특히 하수관로 및 하천 등에 직접 방류되었던 계곡수, 유출지하수를 유지용수 등의 용수로 재이용하여 도시환경의 물순환을 회복하고 쾌적한

환경을 조성하는 사업을 통칭하는 개념이다.

서울시의 물길조성사업은 2008년 2월 회원 수 14명의 ‘계곡수 살리기’ 창익·지식동아리를 통해 활용 가능한 수자원 확보 방안을 논의하면서 시작되었다. 이후 2008년 5월 혜화역에서 발생하는 유출지하수를 활용해 대학로 마로니에 공원 앞 디자인 조성거리에 ‘도심 속 실개천 만들기 사업 대학로 시범사업’이 추진되었다. 이 무렵 도심 속 실개천 만들기 사업이 구체화되는 단계에 접어들어 2008년 7~9월 자치구 건설국장을 대상으로 사업 설명회를 열었으며, 사업 지원 선정을 위해 자치구를 대상으로 공모전을 진행하여 공모한 11개 자치구 사업을 검토하였다. 공모전에서 최종적으로 선정된 지역은 ‘종로, 성동, 성북, 구로, 송파’ 총 5개소가 선정되어 보조금 지원을 통해 최초 도심 속 실개천 만들기 사업이 진행되었다.

2009년 4월 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」의 법정계획인 「서울시 물환경 종합관리 계획」 내용에 “친하게 만날 수 있는 물가조성” 시책이 포함되면서 물길조성사업은 확장기를 맞이한다. 시책의 목표는 2013년까지 수변공간 혜택을¹²⁾을 100%로 증대하기 위해 도심 속 실개천 만들기 사업을 확대 추진하는 것이었다. 2013년 이후 5개소인 실개천을 26개소까지 공급할 계획이었으며 현재까지 9개가 설치되었다.

2015년 도심 속 실개천 사업은 ‘서울시 물길조성사업’으로 사업명과 유로명칭이 바뀌었으며, 2016년 남산공원 물길, 대학로 물길을 정비하고 광장동 물길을 신규조성할 계획을 발표하였으나 2017년 현재 신규 물길인 광장동 물길조성사업은 예산상의 이유로 사업이 잠정 중단된 상태이다.

도심에서의 물길조성사업을 통한 기대효과는 여가·휴식기회 증대, 생태경관 향상, 환경부하 저감의 세 가지가 있다. 첫째, 여가·휴식기회 증대는 도시의 사회·문화적 질을 향상시키는 기능으로 도시에 물의 생명력과 역동성을 통해 시민에게 볼거리와 휴식공간을 제공하는 것을 넘어 물과 자연을 매개로 하는 문화 활동의 기회를 제공한다. 둘째, 생태경관 향상은 생태환경과 도시 활동 공간을 연결하는 기능으로 자연 생태성을 회복하여 동·식물

12) 수변공간 혜택률은 수변공간 서비스 혜택 지역 면적비율과 같은 의미임.

의 서식처를 제공하고, 생태연결통로를 통해 자연과 인류를 연결하며, 이를 토대로 도시경관(미관)을 개선한다. 셋째, 환경부하 저감은 수자원 재이용을 통하여 부족해지고 있는 수자원이용의 효율성 증진과 건전한 물순환시스템의 정착으로 도시의 열섬화와 같은 미기후 현상을 감소시키는 도시 기후조절 능력이다.

2) 물길조성 성과(2008년~2016년까지)

9개 물길은 성북구 국민대학교 물길, 종로구 대학로 물길, 성동구 독섬역 물길, 중구 남산공원 물길, 구로구 거리공원 물길, 광진구 건국대학교 물길, 노원구 태릉입구역 물길, 송파구 남부순환로 물길, 중랑구 망우로 물길이며, 각각 물길조성 현황은 다음과 같다([표 2-9]).

- 국민대학교 물길조성은 2009년 1월~11월까지 10개월에 걸쳐 물길연장 120m, 분수 1개소가 조성되었다. 총 사업비는 9억 3,620만 원이 소요되었으며, 시 보조금은 총 사업비의 60%인 5억 6,170만 원이 지원되었다. 물길의 운영관리는 성북구 치수과에서 담당하고 있다.
- 대학로 물길조성은 2008년 7월~2009년 12월까지 약 20개월에 걸쳐 물길연장 960m, 분수 6개소, 연못 2개소, 벽천 1개소가 조성되었다. 총 사업비는 31억 7,610만 원이 소요되었으며, 시 보조금 100%로 조성되었다. 물길의 운영관리는 종로구 공원녹지과에서 담당하고 있다.
- 독섬역 물길조성은 2009년 1월~2010년 5월까지 16개월간 추진되었다. 물길연장 139m, 분수 3개소, 벽천 1개소가 조성되었다. 총 사업비는 14억 9,968만 원 중 시의 보조금은 8억 9,981만 원(60%)이 지원되었다. 물길의 운영관리는 성동구 토목과에서 담당하고 있다.
- 남산공원 물길조성은 2009년 10월~2010년 8월까지 10개월에 걸쳐 조성되었다. 9개 물길 중 가장 긴 연장 길이가 조성되었으며(2,500m), 분수·연못·벽천 등이 함께 설치되었다. 총 사업비는 157억 3,652만 원이 소요되어 9개 물길 중 가장 많은 사업비가 투입되었으며, 시 보조금 100%로 조성되었다. 물길의 운영관리는 서울시 중부공원녹지사업소에서 담당하고 있다.
- 구로거리공원 물길조성은 2008년 10월~2010년 10월까지 약 2년에 걸쳐 물길연장

300m, 연못 3개소, 분수 1개소가 조성되었다. 총 사업비는 14억 7,479만 원(시 보조금 60%, 8억 8,487만 원)이 투입되었다. 물길의 운영관리는 구로구 공원녹지과에서 담당하고 있다.

- 건국대학교 물길은 2009년 11월~2011년 6월까지 약 19개월 동안 조성되었다. 조성된 물길은 물넘이 펀드 9m, 공연장, 분수 1개소로 구성된다. 총 사업비는 6억 100만 원으로 시의 보조금으로 3억 6,059만 원(60%)이 지원되었다. 물길의 운영관리는 광진구 공원녹지과에서 담당하고 있다.
- 태릉입구역 주변 물길은 2009년 11월~2011년 6월까지 약 2년간 추진되었다. 물길연장 120m, 벽천 1개소가 조성되었으며, 총 사업비는 7억 9,561만 원으로 시 보조금이 5억 5,693만 원(70%) 지원되었다. 물길의 운영관리는 노원구 물안전관리과에서 담당하고 있다.
- 남부순환로 물길은 2009년 1월~2011년 10월까지 약 3년에 걸쳐 물길연장 1,520m, 인공폭포 1개소, 연못 2개소가 설치되었다. 총 사업비는 21억 4,285만 원이 소요되었으며, 시 보조금 6억 285만 원(30%)이 지원되었다. 물길의 운영관리는 송파구 치수과에서 담당하고 있다.
- 망우로 물길은 2009년 11월~2014년 6월까지 4년 7개월 동안 추진되었다. 물길연장 360m, 분수 1개소가 조성되었으며, 총 사업비는 15억 3,632만 원이 소요되었다. 사업비 예산 중 시 보조금은 10억 7,543만 원(70%)이 투입되었다. 물길의 운영관리는 중랑구 치수과에서 담당하고 있다.

3) 물길조성규모 및 관리조직

9개 물길조성으로 총연장 6,028m, 분수 13개소, 벽천 3개소, 폭포 1개소, 연못 12개소, 공연장 1개소가 조성되었다. 물길은 평균적으로 약 2년 6개월의 조성 기간이 소요되었으며, 총사업비는 278억 9,907만 원(시 보조금 238억 9,480만 원, 84.6%)이 투입되었다. 2016년 남산공원 및 대학로 물길 보수가 진행되었으며, 보수공사 예산을 포함하면 현재까지 총 사업비는 약 288억 원이 소요되었다. 물길의 운영관리 주체는 해당 물길 소재 자치구이며, 관리부서는 치수과, 공원녹지과, 물안전관리과 등 자치구 상황에 따라 3개 부서가 담당하고 있다.

[표 2-9] 서울시 9개 물길조성사업정보 및 총사업비

사업명 (자치구)	사업 규모	사업 기간	총 사업비 (시 보조금)	운영관리 주체
국민대학교 앞 (성북구)	물길연장 120m, 분수 1개소	2009.01 ~2009.11	9억 3,620만 원 (시: 5억 6,170만 원, 60%)	성북구 치수과
대학로 (종로구)	물길연장 960m, 분수 6개소, 연못 2개소, 벽천 1개소	2008.07 ~2009.12	31억 7,610만 원 (시: 31억 7,610만 원, 100%)	종로구 공원녹지과
뚝섬역 주변 (성동구)	물길연장 139m, 분수 3개소, 벽천 1개소	2009.01 ~2010.5	14억 9,968만 원 (시: 8억 9,981만 원, 60%)	성동구 토목과
남산 실개천 (중구)	4개 물길연장 2,500m, 분수, 호소 등	2009.10 ~2010.08	157억 3,652만 원 (시: 157억 3,652만 원, 100%)	중부공원 녹지사업소
거리공원 내 (구로구)	물길연장 300m, 연못 3개소	2008.10 ~2010.10	14억 7,479만 원 (시: 8억 8,487만 원, 60%)	구로구 공원녹지과
건국대학교 앞 (광진구)	물넘이판드 9m, 공연장, 분수 1개소	2009.11 ~2011.06	6억 100만 원 (시: 3억 6,059만 원, 60%)	광진구 공원녹지과
태릉입구역 주변 (노원구)	물길연장 120m, 벽천 1개소	2009.11 ~2011.06	7억 9,561만 원 (시: 5억 5,693만 원, 70%)	노원구 물안전관리과
남부순환로 (송파구)	물길연장 1,520m, 인공폭포 1개소, 연못 1개소	2009.01 ~2011.10	21억 4,285만 원 (시: 6억 4,285만 원, 30%)	송파구 치수과
망우로 (중랑구)	물길연장 360m, 분수 1개소	2009.11 ~2014.06	15억 3,632만 원 (시: 10억 7,543만 원, 70%)	중랑구 치수과
9개 물길	총연장 6,028m, 분수 13개소, 벽천 3개소 폭포 1개소, 연못 12개소 공연장 1개소	5년 6개월	총 278억 9,907만 원 (시: 238억 9,480만 원, 85.6%)	치수과, 공원녹지과 물안전관리과 등 3개 부서

출처: 서울시 물순환안전국 물순환정책과 내부자료(2013)

3_시민 물길 이용만족도

1) 시민 이용만족도 조사

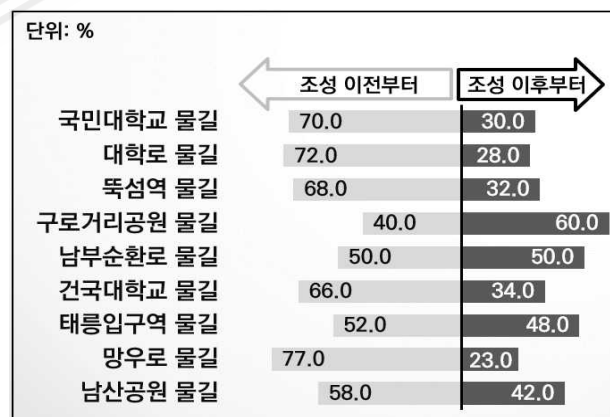
물길조성사업의 모니터링을 위해 2013년 8월 ‘도심 속 실개천 일제점검’ 및 2015년 ‘서울시 시정여론조사’가 진행되었다. 서울시 시정여론조사(이하 물길 만족도 조사)는 물길이용객 600명을 대상으로 이용만족도와 개선 필요사항, 사업의 공감·인지도를 파악해 물길의 운영관리방식에 피드백(Feed-Back)하고 향후 신규 물길조성 시 반영되어야 할 계획요소를 도출할 목적으로 실시하였다.

만족도 조사의 내용에는 물길별 이용만족도, 물길별 이용형태, 물길별 사업취지 공감도, 물길별 이용에 대한 기타의견을 담고 있다.

2) 시민 이용만족도 내용

(1) 물길 이용형태

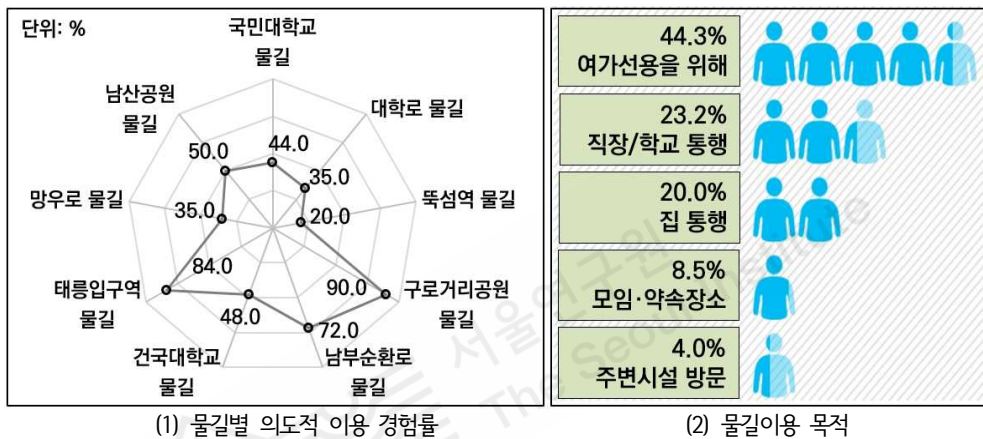
물길 통행자의 약 63%의 응답자는 물길조성 이전부터 물길을 통행하였으며, 약 37%의 응답자는 물길조성 이후부터 통행하기 시작한 신규이용자였다. 또한, 물길조성 이전부터 물길조성장소를 통행했던 이용객의 약 26%는 실개천 조성 후 이용시간이 증가한 것으로 나타났다([그림 2-8]).



출처: 서울시(2015), 서울시 시정여론조사 도심 실개천 이용만족도 조사

[그림 2-8] 9개 물길별 조성 전·후의 이용률 변화

물길 통행자 중에서 목적지까지 다른 경로가 있지만 물길을 이용하기 위해 통행하거나 방문한 경험이 있는 비율은 약 50%로 조사되었다. 물길별로는 구로거리공원 물길의 의도적 이용 경험률이 90%로 가장 높았으며 독섬역 물길이 20%로 가장 낮았다. 전체 이용자의 물길 방문 목적은 산책·휴식·운동 등 여가선용을 위한 목적이 44.3%였으며, 단순통행이 43.2%(직장 등 출근 목적 23.2%, 집으로 퇴근 목적 20%), 모임·약속 등 만남의 장소 8.5%, 주변 편의시설이용이 4.0% 순으로 나타났다. 물길을 이용하기 위해 의도적으로 방문한 이용 경험률과 물길이용 목적은 [그림 2-9]와 같다.

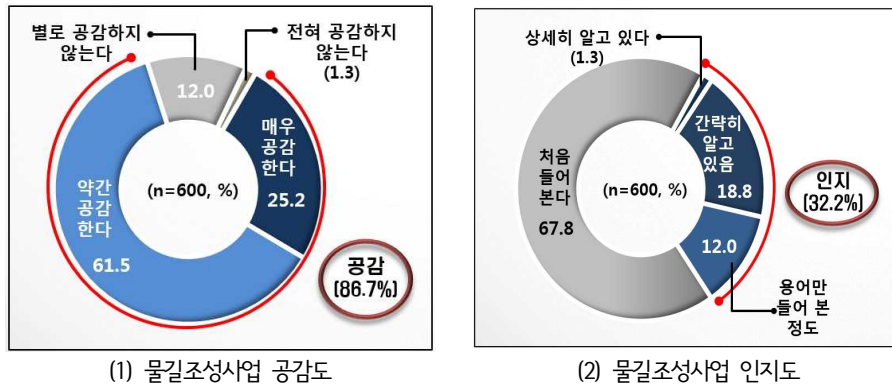


출처: 서울시(2015), 서울시 시정여론조사 도심 실개천 이용만족도 조사

[그림 2-9] 9개 물길을 이용하기 위하여 방문한 이용 경험률 및 물길이용 목적

(2) 물길조성사업 공감도 및 인지도

이용객들이 느끼는 도심 속 물길 만들기 사업취지에 대한 공감도는 2010년 78.3%에서 86.7%로 8.4%p 상승하여 높은 수준인 것으로 나타났다. 반면 사업 인지도는 32.2%로 낮게 나타나 상반된 결과였다([그림 2-10]).



출처: 서울시(2015), 서울시 시정여론조사 도심 실개천 이용만족도 조사

[그림 2-10] 사업취지 공감도 및 사업인지도

물길을 조성한 사업취지에 공감하는 부분에 대해서는 ‘시민들에게 휴식 및 문화공간을 제공’한다는 응답 비율이 50.6%로 가장 많았다. 뒤이어 ‘쾌적한 도시환경 조성으로 열섬현상 감소’가 28.7%, ‘도시경관 및 미관 개선 효과’ 14.8% 순이다. 반면 물길조성사업취지에 공감하지 않은 이용객(전체 응답자의 약 13%)은 ‘불필요한 예산 낭비’ 42.5%, ‘운영관리 어려움’ 33.5%, ‘도시환경 개선 효과 미흡’ 16.3% 순으로 비공감 이유로 제시하였다 ([표 2-10]).

[표 2-10] 물길 전체 응답자 중에서 사업취지 공감 부분 및 비공감 부분의 비율

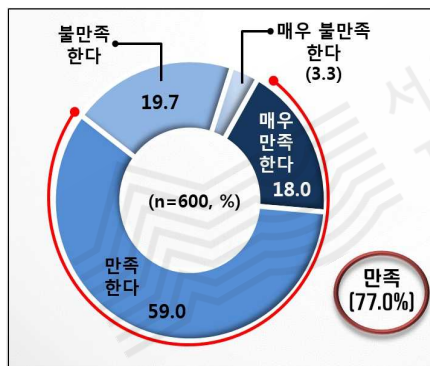
구분	응답 내용	응답 비율(%)
사업 공감 (86.7%)	시민들에게 휴식 및 문화공간 제공	50.6
	쾌적한 도시환경 조성(열섬현상 감소)	28.7
	도시경관 및 미관 개선 효과	14.8
	하천 자연 생태성 회복	7.8
	버려질 수자원 재이용	3.7
사업 비공감 (13.3%)	불필요한 예산 낭비	42.5
	물길 관리 어려움	33.8
	도시환경 개선 효과 미흡	16.3
	안전사고 발생 우려	6.3
	보도폭 축소로 인한 보행 불편	1.3

출처: 서울시(2015), 서울시 시정여론조사 도심 실개천 이용만족도 조사

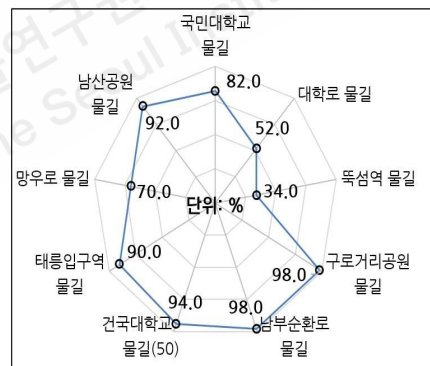
물길별로 이용자의 사업취지에 대한 공감도가 가장 높은 물길은 태릉입구역 물길 96%, 구로거리공원 물길 96%였고 남산공원 물길 95%, 남부순환로 물길 94%, 건국대학교 물길 90% 순이었다. 반면 독섬역 물길이 이용객이 사업취지 공감도가 62%로 가장 낮았다. 인지도가 가장 높은 물길은 대학로 주변 물길로 이용객의 52%가 물길조성사업을 인지하고 있었으며, 구로거리공원 물길이 이용객의 10%만이 사업을 인지해 가장 낮은 것으로 나타났다.

(3) 물길 이용만족도

물길이용의 전반적 만족도 조사 결과 ‘만족한다’는 응답 비율은 약 77%였고 ‘불만족한다’는 응답자는 약 23%로 나타났다. 물길별로는 구로거리공원 물길과 남부순환로 물길이용객 중 98%가 만족한다고 응답해 만족 비율이 가장 높았으며, 독섬역 물길은 전체 이용객 중 34%만이 만족한다고 응답해 만족 비율이 가장 낮았다([그림 2-11]).



(1) 전체 물길 만족 응답 비율



(2) 물길별 만족 응답 비율

출처: 서울시(2015), 서울시 시정여론조사 도심 실개천 이용만족도 조사

[그림 2-11] 물길이용 만족 응답 조사결과

물길조성에 만족하는 이유로는 ‘더운 날씨에 시원한 느낌이 들어서’가 전체 만족 응답자 462명 중 134명이 응답해 가장 많았으며, ‘시민들에게 편안한 휴식공간 제공’ 의견이 129명, ‘미관상 보기 좋아서’ 의견이 66명 순으로 높았다. 반면 물길이용에 불만족하다고 응답한 138명 중 ‘청소상태가 불량하다’는 의견이 47명으로 가장 많았으며, 다음으로 ‘약취가 심해서’가 32명, ‘관리가 소홀해서’가 23명 순으로 제시되었다([표 2-11]).

[표 2-11] 물길 이용 만족·불만족 이유 상위 5개 문항

만족 구분	선택 이유	응답자 수(명) ¹⁾	비율(%) ²⁾
만족 (응답자 462명)	더운 날씨에 시원한 느낌이 들어서	134	25
	시민들에게 편안한 휴식공간을 제공	129	24
	미관상 보기 좋아서	66	12
	산책·운동하기 좋아서	44	8
	쾌적한 환경을 조성해서	43	8
불만족 (응답자 138명)	청소상태가 불량해서	47	25
	악취가 심해서	32	17
	관리가 소홀해서	23	12
	수질관리가 안 되어서	21	11
	규모가 작아서	13	7

주 1) 응답자는 항목을 중복해서 택할 수 있음

주 2) 중복응답을 고려한 총 응답 수는 만족 529, 불만족 185

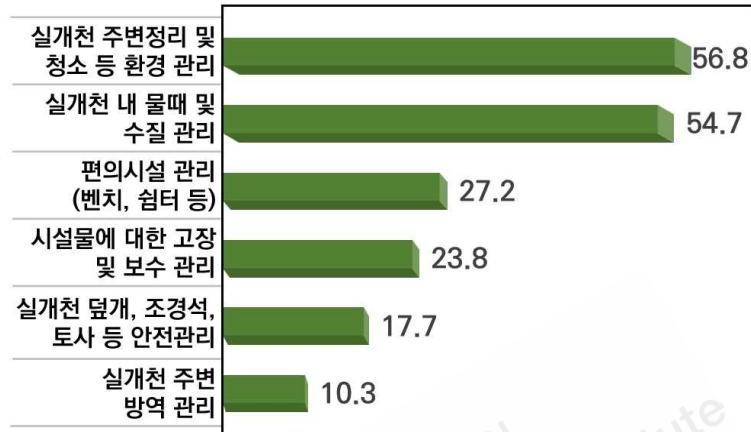
출처: 서울시(2015), 서울시 시장여론조사 도심 실개천 이용만족도 조사

물길의 이용객들은 도시기후조절기능, 휴식공간제공, 경관 향상 등 사업이 목적인 대부분의 기대효과에 주로 만족하였으며, 수질, 주변의 정리정돈 상태 등에 대해서는 만족하지 못하고 있는 것으로 나타났다.

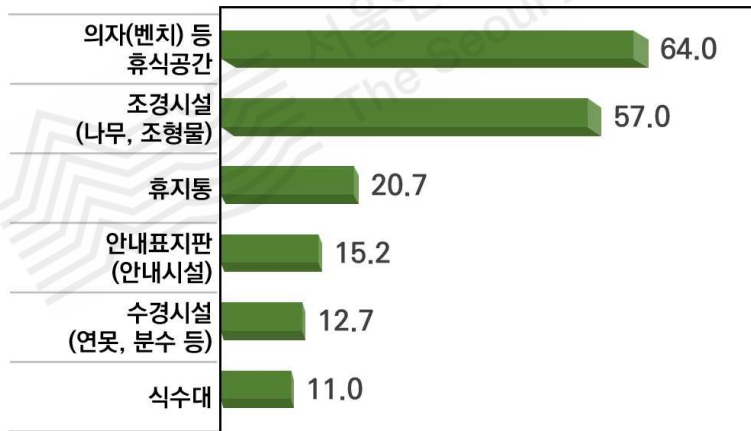
(4) 물길 개선사항

물길이용객들이 인식하는 물길에서 우선적으로 개선해야 할 사항은 [그림 2-12]와 같다. 물길 주변 정리 및 청소 등 환경관리라고 응답한 비율이 56.8%로 가장 많았고, 물길 유로 물때 및 수질관리 54.7%, 편의시설(휴식시설)의 관리 27.2% 순으로 개선 의견 응답 비율이 높았다. 또한, 추가 설치되거나 확대를 희망하는 시설물은 휴식시설·공간이 64%로 가장 높았고, 조경시설(꽃·나무·조형물 등)이 57%, 휴지통 27%, 안내시설(표지판) 15.2% 순으로 높았다. 요약하면 물길의 운영관리 상태, 특히, 물길·휴식시설·수질관리 상태의 개선을 요구했으며, 휴식시설·조경시설·위생시설의 확대 공급을 원하고 있다. 이와 같은 결

과는 물길조성사업 추진 시 우선으로 고려할 사항을 조사한 결과와 같다. 이용객들은 시설물의 청결유지(48.2%), 깨끗한 수질(46.7%), 휴식시설 및 편의시설의 확보(31%)를 우선으로 고려해야 한다고 제시하고 있다.



(1) 이용객이 희망하는 우선 개선사항



(2) 이용객이 희망하는 추가설치 시설물

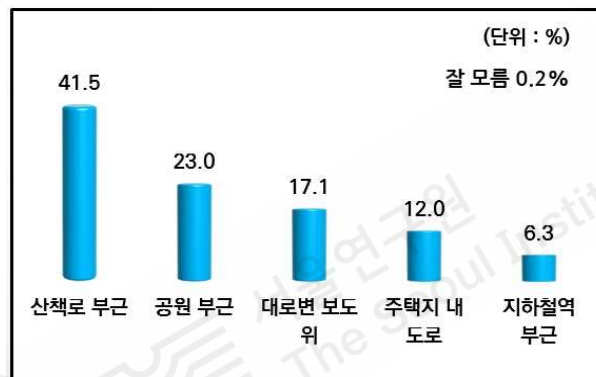
출처: 서울시(2015), 서울시 시정여론조사 도심 실개천 이용만족도 조사

[그림 2-12] 이용객이 희망하는 우선 개선사항과 추가설치 시설물

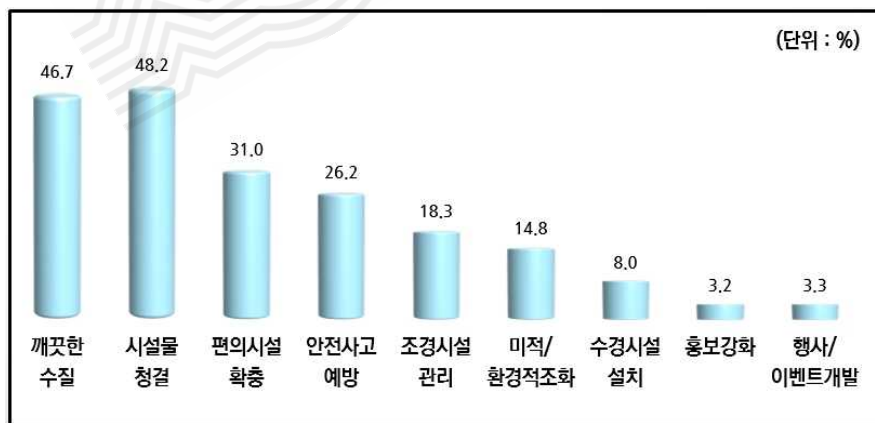
(5) 물길 설치요구 지역 및 고려사항

물길조성사업의 확대추진과 관련하여 찬성하는 이용객은 전체 82%였다. 확대추진 필요성의 이유로 ‘시민들에게 편안한 휴식공간을 제공’하기 때문이 찬성 응답자의 약 43%(211명)로 가장 높았으며, ‘미관상 보기 좋아서’가 17.3%(85명), ‘자연 친화적인 느낌이 들어서’가 13.8%(68명), ‘더운 날씨에 시원한 느낌이 들어서’가 10.6%(52명) 순이었다.

물길이용객들이 요구하는 물길의 설치지역과 물길을 설치하는 경우 먼저 고려하여야 하는 사항은 [그림 2-13]과 같다.



(1) 이용객이 희망하는 물길 설치지역



(2) 향후 물길조성 시 우선 고려사항

출처: 서울시(2015), 서울시 시정여론조사 도심 실개천 이용만족도 조사

[그림 2-13] 이용객이 희망하는 물길조성 시 설치지역과 우선 고려사항

사업의 확대추진을 희망했던 이용객의 41.5%는 물길이 ‘산책로 부근’에 조성되길 희망했으며, ‘공원 부근’ 23%, ‘대로변 보도 위’ 17%, ‘주택지 내 도로’ 12%, ‘지하철역 부근’ 6% 순으로 희망 대상지 의견이 집계되었다. 또한, 이용객은 향후 물길조성 시 우선으로 고려되어야 할 사항으로 ‘시설물의 청결’ 48.2%, ‘깨끗한 수질’ 46.7%, ‘편의시설 확충’ 31.0% 등을 희망했다.



03

물길조성 관련법 및 국내·외 사례

- 1_물길조성 관련법
- 2_국내·외 물길조성 사례

03 물길조성 관련법 및 국내·외 사례

도시에서의 물길조성에 관련된 법은 크게 3부분으로 구분된다. 물길의 수공간과 수변공간의 환경적 보전·관리를 규정하고 있는 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」과 물길 주변 지역의 용도를 규정하는 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」, 「경관법」, 그리고 물길의 유지용수와 관련해서는 「물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률」 및 「지하수법」이 관계하고 있다.

물길은 국내·외의 여러 지역에서 지역적 특성과 수요를 고려하여 조성되어 있다. 국내는 마포구 연남동 세교천과 경기도 운정 신도시 호수공원이 있으며, 국외는 독일의 프라이부르크 베힐레(Freiburg, Behile), 스위스의 취리히 제바흐 물길(Zurich, Seebach), 스웨덴의 스톡홀름 함마르비 호수 물길(Stockholm, Hammarby)이 있다. 이 중에서 경기도 운정 신도시 호수공원과 독일의 프라이부르크 베힐레는 서울시의 물길조성사업과 유사하다.

도시 물길조성에 필요한 법적 체계 및 관련법을 살펴보고 국내·외 물길조성사례들을 비교·검토해 서울시 물길조성사업에 고려하여야 하는 내용을 도출하였다.

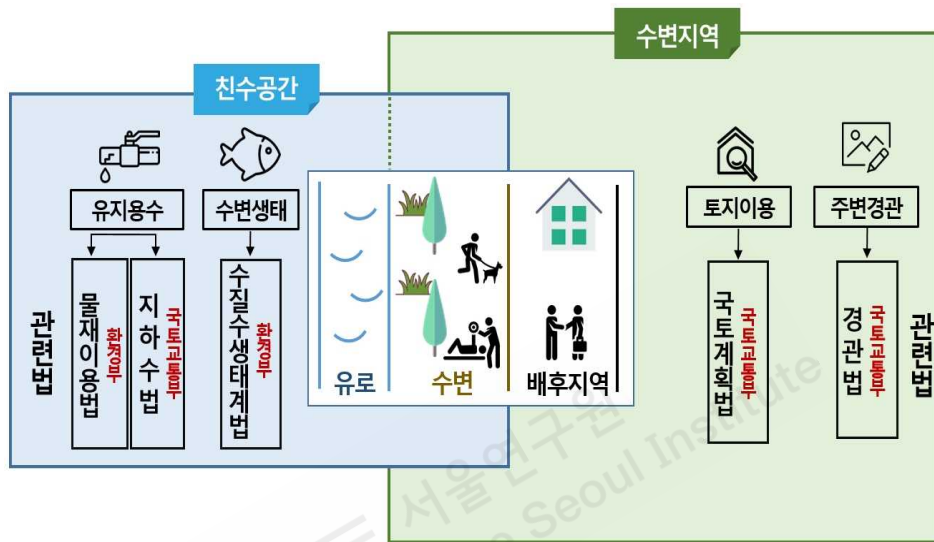
1_물길조성 관련법

물은 대표적인 공공재로 물길을 조성하는 수변공간 개발행위는 일정한 법적 기준이 요구된다. 물길조성과 관련한 법적 체계는 공간을 다루는 관련법과 유지용수 관련법으로 이원화되며, 공간과 관련한 법령은 수공간을 다루는 관련법과 물길의 주변지역과 연관된 관련법으로 구분된다.

1) 물길 및 수변 주변지역 관련법

물길은 물이 흐르는 수공간(유로) 외에도 수변생태지역 및 주변지역을 포함하고 있으므로 여러 법이 연계되어 있다. 물길에 물이 흐르는 수공간·수변공간과 관련한 수변생태는 환경

부가 주관하는 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」(이하 수질수생태계법)이 있다. 수변 공간의 확장된 측면에서 수변 생태계를 둘러싸고 있는 주변지역의 토지이용과 도시계획은 국토교통부의 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」(이하 국토계획법)과 「경관법」의 체계에 놓인다. 이와 같은 법적 체계는 [그림 3-1]과 같다.



[그림 3-1] 물길조성사업의 관련법 체계

(1) 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」

「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」은 수질오염의 예방, 하천 및 호소 등 공공수역의 수질 및 수생태계를 적정하게 관리·보전하기 위해 제정된 법령이다

「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」이 규정하고 있는 내용은 크게 6가지로 첫째, 수계영향권별로 배출되는 수질오염물질의 총량관리와 관련한 내용, 둘째, 공공수역의 수질 및 수생태계 보전과 관련한 내용으로 수질 상시조사·공공시설의 설치·권역별 물환경관리계획의 수립 내용, 셋째, 점오염원의 관리를 위해 산업폐수의 배출규제·공공폐수처리시설의 설치 및 운영 등을 규정하는 내용, 넷째, 비점오염원을 관리하기 위한 내용, 다섯째, 기타 수질 오염원을 관리하기 위한 내용, 여섯째, 폐수처리업의 등록과 운영 및 관리를 규정한 내용으로 구성된다. 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」에서 물길조성사업과 관련한 내

용은 수질·수생태계의 훼손방지 및 보전을 위한 법정계획의 수립(제22조부터 제26조까지), 물놀이형 수경시설의 신고 및 관리(제61조의2)와 관한 내용이다([표 3-1]).

[표 3-1] 물길조성사업 관련 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」 조항 및 내용

구분	조항	내용
목적	제1조	법의 제정목적 - 수질 및 수생태계의 적절한 관리·보전
정의	제2조 제19목	물놀이형 수경시설의 정의 - 수돗물, 지하수를 이용하여 분수, 실개천 등의 인공시설물 중 신체와 직접 접촉하는 시설
책무	제3조 제1항	국가와 지자체의 책무 - 수질 및 수생태계의 오염·훼손을 방지하고 보전할 수 있는 시책 마련
법정계획	제22조부터 제26조까지	법정계획의 수립 - 특별시장은 대·중권역계획에 부합하게 소권역 계획을 수립하고 적절한 시책을 강구
수경시설 신고관리	제61조의 2	신고관리 절차 - 물놀이형 수경시설의 설치 시 환경부 장관 및 시·도지사에게 신고 - 환경부령으로 정하는 수질 및 관리기준 준수 - 기준은 동법 시행규칙 제89조의3에 제시된 별표 19의 2를 따름([표 3-2] 참고)

법 제3조에는 국가(환경부와 지방자치단체)는 “국토의 수질 및 수생태계의 오염 및 훼손을 사전 억제하고 적정하게 보전할 수 있는 시책을 마련해 공공수역의 수질 및 수생태계를 적정하게 관리·보전”해야 할 책무를 명시하고 있다.

법 제22조에는 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」의 목적달성을 위한 법정계획 수립의무를 규정하고 있다. 환경부 장관은 수질·수생태계 변화추이 및 목표 기준, 상수원 물이용 현황, 각종 오염원 분포현황 및 예방·저감 대책 등의 내용을 담은 ‘대권역 수질·수생태계 보전 기본계획(이하 대권역계획)’을 10년마다 수립해야 한다(법 제24조). 유역·지방환경청장은 대권역계획에 부합하게 중권역 수질·수생태계 보전계획(이하 중권역계획)을 수립하

고(법 제25조) 특별시장과 도지사는 대권역·중권역계획에 부합하게 지역의 수질·수생태계 보전계획(소권역 계획)을 수립하게 되어 있다(법 제26조). 물길조성사업은 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」의 법정계획 세부시책사업으로 추진하게 되며, 법정계획이 제시하는 내용적 범위 내에서 추진된다.

물길조성사업은 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」에서 정하고 있는 물놀이형 수경시설로 정의될 수 있다. 법 제61조의2에는 물놀이형 수경시설을 설치할 경우 환경부장관 또는 시·도지사에게 신고해야 할 의무를 규정하고 있다. 또한, 시설운영 시 준수해야 할 수질 기준과 관리기준을 제시하고 있다([표 3-2]).

[표 3-2] 물놀이형 수경시설 수질 및 관리기준(「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」 시행규칙 별표 19의 2)

검사항목	수질 기준
수소이온농도	5.8~8.6pH
탁도	4NTU(Nephelometric Turbidity Unit) 이하
대장균	200(개체 수/100mℓ) 미만
유리잔류염소(염소소독 시)	0.4~4.0mg/ℓ
관리 항목	관리기준
수심	0.3m 미만
저류조 청소주기	주 1회
유지용수 관리	일 1회 여과기 통과
소독제 및 시설운영	「먹는물관리법」 제36조1항 기준을 충족하는 시설 「먹는물관리법」 제36조2항 기준을 충족하는 시설을 이용해 살균·소독하거나 자외선 소독 실시
관리카드 작성	별지 제40호 5서식에 맞게 작성하여 제출
수질 기준 초과 시	개방중지, 검사결과 및 원인·조치사항 제출

(2) 「국토계획법」 및 「경관법」

물길의 핵심공간은 유로·수변공간·수변공간을 넘어선 배후지역으로 구분할 수 있다. 유로와 수변공간의 환경을 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」이 다룬다면 물길을 포함한 수변공간과 배후지역의 이용은 「국토계획법」의 체계 아래에 놓인다. 다만, 물길과 관련한 세부적인 내용은 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」이 다루고 있으며, 물길 자체는 「국

토계획법이 다루는 범위에 속하지 않기 때문에 엄밀히 말하자면 「국토계획법」은 수변공간과 배후지역의 토지이용과 관련한 사항을 중점적으로 다루게 된다. 또한, 공간 내에 설치될 시설물을 비롯한 설계적 내용은 「경관법」에서 규정하는 경관성에 부합해야 한다.

물길은 도시에서 다양한 기능을 하지만 도시의 필수적인 기반시설로 정해져 있지는 않다. 다만 조성될 물길의 규모가 크고 다른 도시계획사업과 병행될 경우, 특히, 물길조성사업이 특정 지역·지구·구역을 지정해야 할 때 관련법의 저촉 여부를 따지게 된다.

국토자원의 이용과 개발·관리·보전을 위해 「국토기본법」, 「국토계획법」을 제정하였다. 「국토기본법」은 국토관리의 기본이념을 제시하는 법으로 국토의 여건변화, 지향해야 할 미래상을 고려해 국토종합계획을 수립·시행하기 위해 제정된 법령이다. 국토종합계획은 국가와 지역의 근간이므로 국토를 다루는 모든 법정계획과 정책은 국토종합계획이 정하는 사항에 부합해야 한다.

「국토계획법」은 「국토기본법」으로 다루기 어려운 세부적인 사항을 규정하고 있다. 「국토계획법」에 의해 수립되는 법정계획은 도시·군기본계획(이하 도시기본계획)과 도시·군관리계획(이하 도시관리계획)으로 종합계획에서 다루지 못하는 세부적인 내용과 방법을 포함된다.

국토계획법의 세부내용을 살펴보면 제18조부터 제23조까지 도시기본계획을 수립하는 절차와 방법, 포함해야 할 내용에 관해서 규정하고 있다. 도시기본계획은 시·도지사가 수립권자로 지역의 특성과 계획 방향, 공간구조 및 생활권의 설정, 토지의 이용과 개발, 기반시설, 경관, 환경보전 등 도시의 전반적인 사항을 담게 된다.

법 제24조에서부터 제35조까지는 도시기본계획의 하위계획인 도시관리계획의 수립 절차와 방법, 포함해야 할 내용에 관해서 규정하고 있다. 도시관리계획은 기본계획과 마찬가지로 시·도지사가 수립권자이며, 기본계획에서 담지 못한 목표달성의 실현방법을 구체화하고 있다. 도시관리계획에서는 필요에 따라 용도지역·지구·구역을 지정·변경할 수 있으며, 필요한 도시계획시설의 지정·해제가 가능하다.

물길의 수변공간 및 배후지역의 개발행위와 관련한 국토기본법 및 계획법의 법적 체계와 내용은 다음과 같다. 첫째, 수변공간의 조성과 관련한 내용은 최상위에서 국토종합계획, 도시기본계획, 도시관리계획의 순서를 거치며 구체화되며 해당 법정계획의 내용에 부합하

게 조성되어야 한다. 둘째, 관리계획에서 필요하면 물길의 수변공간 조성을 위해 용도지구를 지정하여 토지의 이용목적을 지정·변경할 수 있으며, 건폐율·용적률을 제한할 수 있다. 셋째, 도시계획시설의 지정·공급이 가능하다. 이와 같은 내용을 정리하면 [표 3-3]과 같다.

[표 3-3] 수변공간 조성과 관련한 「국토계획법」 주요 내용

구분	분류	내용
용도지역	용도지역	▪ 법 제36조 제2항, 용도지역의 세부목 지정 가능
용도지구	용도지구	▪ 법 제37조 제1항, 용도지구의 세부목 지정 가능
계획시설	공간시설	▪ 법 제43조, 공간시설(공원, 녹지) 지정 - 물길조성사업의 특성상, 공원·녹지·도로·광장 등 도시계획시설에 조성되는 경우가 대부분임
지구단위계획	계획구역 지정	▪ 법 제49조, 소규모 지구단위계획 구역 지정

경관법은 국토의 경관을 체계적으로 관리하는 데 필요한 사항을 규정한 법률이다. 법 제6조에는 국토교통부 장관이 국토 경관의 현황 및 여건변화를 전망하여 경관을 종합적이고 체계적으로 관리할 수 있도록 경관정책기본계획(이하 경관기본계획)을 수립하도록 규정하고 있다.

경관계획은 지역의 지형, 지세, 수계, 식생 등 자연적 여건과 인구, 토지이용, 산업 등 인문 사회적 여건 등을 고려하도록 하고 있다. 이때 경관은 반드시 주민의 삶의 질을 향상하기 위한 내용이 반영되어야 하며 지역적 특성과 요구를 충분히 반영하되 독창성과 다양성이 반영되어야 한다(법 시행령 제3조·제4조).

「경관법」에 근거해 지역 여건을 고려한 세부적인 내용은 「서울특별시 경관조례」로 지정하고 있다. 「서울특별시 경관조례」 제2조에는 경관계획의 수립에 관한 내용으로 계획의 기본방향과 목표, 경관자원의 조사와 평가결과, 전망 및 대책, 사업시행의 추진전략을 토대로 최종적으로는 경관 시뮬레이션을 제시하도록 규정하고 있다. 또한, 경관 사업의 추진 협의체 구성(제5조)과 재정지원, 경관협정의 체결 단계 등에 관한 사항을 규정하고 있다.

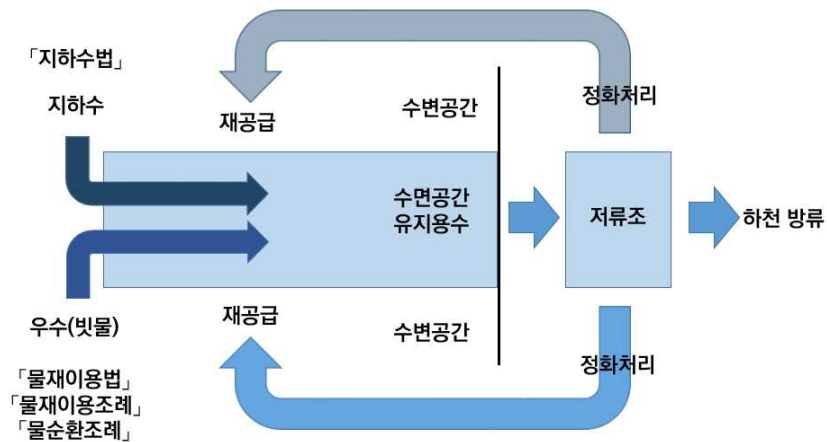
물길의 수변공간 조성을 위해서는 「경관법」과 「서울특별시 경관조례」에서 정하는 바에 따라 경관기본계획 및 지역 경관계획의 내용에 부합해야 한다. 이상에서 살펴본 경관법의 내용을 정리하면 [표 3-4]와 같다.

[표 3-4] 물길조성사업과 관련한 「경관법」 주요 내용

법 구분	조항	주요 내용
「경관법」	제3조 (경관관리의 기본원칙)	- 경관의 관리 원칙을 다음과 같이 규정 1. 국민이 아름답고 쾌적한 경관을 누릴 수 있도록 할 것 2. 지역의 자연·역사·문화를 드러내고 주민의 합의를 통해 양호한 경관 유지 3. 지역 경관의 고유한 특성과 다양성을 권장 4. 개발과 관련된 행위는 경관과 조화 및 균형을 이룰 것 5. 우수한 경관은 보전, 훼손된 경관은 개선·복원 6. 국민의 재산권을 과도하게 제한하지 않고 지역 간 형평성을 고려
	제6조 (경관정책 기본계획의 수립)	국토교통부 장관은 경관의 현황 및 변화, 경관정책의 기본방향 등을 고려하여 경관기본계획을 수립
	제9조 (경관계획의 내용)	시장은 기본방향 및 목표, 경관자원의 조사 및 평가, 경관구조의 설정, 중점경관관리구역의 내용을 경관계획에 포함시켜야 함
「서울특별시 경관조례」	제2조 (경관계획의 수립에 관한 제안)	경관계획 수립 제안자는 계획의 기본방향 및 목표, 경관자원의 조사 및 평가, 경관 형성의 전망 및 대책, 계획 시행 간 필요한 재원조달 및 단계적 추진 사항, 경관 시뮬레이션 등을 포함하여 시장에게 제출해야 함

2) 물길 유지용수 관련법

물길에 공급될 유지용수와 관련한 법률은 환경부에서 주관하는 「물의 재이용 촉진 및 이용에 관한 법률」(이하 물 재이용법)과 국토교통부에서 주관하는 「지하수법」이 있다. 물길 조성사업의 주목적은 버려지는 수자원을 재이용하여 건전한 물순환시스템을 정착하고 도시의 경관과 기후조절능력을 향상하는 데 있다. 따라서 공급되는 유지용수는 수돗물을 지양하고 가급적 우수, 재처리수, 유출지하수를 활용하는 것이 사업의 취지와 목적에 부합한다. 따라서 공급되는 수자원의 종류에 따라 물길조성사업은 다양한 법체계의 관계하에 놓인다. 유지용수 관련 법체계는 [그림 3-2]와 같다.



[그림 3-2] 유지용수에 따른 물길조성사업 관련법

(1) 「지하수법」

서울시 물길조성사업의 유지용수는 지하에 건설되는 지하철이나 공공시설 건축에 따른 유출지하수를 활용한다. 이런 측면에서 「지하수법」은 유지용수를 이용하는 관련 근거가 된다. 「지하수법」은 지하수의 효율적인 보전 및 개발·이용을 위해 국토교통부에서 제정한 법으로 지하수관리기본계획(이하 지하수기본계획) 수립에서부터 지하수의 개발·이용허가, 지하수의 유출량 제한, 지하수 보전구역 지정과 관련한 내용을 담고 있다.

「지하수법」에서 정하는 지하수의 개발·이용은 생활용수, 공업용수, 농업용수 그 용도를 제한하고 있으며, 시장의 허가를 득해야 사용할 수 있다. 하지만 물길조성사업에 쓰이는 지하수는 「지하수법」 제7조(지하수 개발·이용의 허가)에 규정된 ‘다른 법률로 인허가된 사업 시행 간 부수적으로 발생하는 지하수’로 신고·허가절차가 필요하지 않다.

법 제6조에는 지하수 관리를 위해 국토교통부 장관이 지하수의 부존특성, 이용실태, 이용 및 보존계획의 내용을 포함하는 지하수기본계획 수립의무를 규정하고 있다. 제6조의2에는 시·도지사가 지하수 기본계획의 내용에 부합하게 지역적 여건을 고려하여 지역지하수 관리계획을 수립해야 할 의무가 있다고 규정하고 있다. 따라서 물길조성사업에서 활용 가능한 유지용수는 법정계획이 결정하는 범위 내에서 활용할 수 있다.

법 제9조의2에는 지하철역사·터널·공동 전력구와 같은 지하시설물을 설치하는 자는 기준 이상으로¹³⁾ 지하수가 유출될 경우 이를 저감할 대책을 수립·시행해야 함을 규정하고 있다. 물길에 공급될 유출지하수의 이용근거는 법 제9조의2 조항에 비롯한다. 이상 물길조성사업과 관련한 「지하수법」의 내용은 [표 3-5]와 같다.

[표 3-5] 물길조성사업 유지용수 공급과 관련한 「지하수법」 주요 내용

법	조항	주요 내용
「지하수법」	제6조 (지하수관리 기본계획의 수립)	환경부 장관은 지하수 이용실태, 계획 등을 토대로 지하수기본계획을 수립해야 함
	제6조의2 (지역 지하수 관리계획의 수립)	시·도지사는 지역적 여건을 고려해 지하수 관리계획을 수립하고 이를 국토교통부 장관에게 승인받아야 함
	제7조 (지하수 개발 및 이용의 허가)	자연히 흘러나오거나 인·허가된 사업시행 간 부수적으로 발생된 지하수, 동력장치를 사용하지 않고 생활용수 목적으로 개발된 우물 등은 허가 없이 사용 가능
	시행령 제9조의2 (유출지하수의 이용)	- 지하시설물 설치로 인해 국토교통부령으로 정하는 기준치 이상의 유출지하수 발생 시 이를 경감시킬 대책을 수립·시행해야 함 - 지하철역사: 300m³/일 이상 발생 - 터널 및 전력·통신구: 300m³/일 이상 발생 - 21층 이상 건물: 30m³/일 이상 발생 - 연면적 10만m² 이상 건물: 30m³/일 이상 발생 - 경감 대책의 시행에도 불구하고 기준 이상의 유출지하수 발생 시 동법 시행령 제14조의2에 근거하여 소방, 청소, 조경 등의 목적으로 이용할 수 있는 계획을 수립해야 함
	제18조 (수질오염의 측정)	환경부 장관은 지하수의 수질 보전을 위해 수질오염실태를 측정해야 함

13) 지하철역사 1개소에서 발생하는 유출지하수가 하루평균 300톤을 초과하는 경우와 터널·전력구 및 통신구 역시 지하철역사와 마찬가지로 하루평균 300톤을 초과하는 경우를 의미함.

(2) 물 재이용법

「물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률」(이하 「물 재이용법」)은 빗물, 우수, 오수, 하수 처리수, 폐수 처리수, 발전소 온배수 등 재이용이 가능한 수자원을 효율적으로 활용하기 위해 환경부에서 제정한 법이다. 법률의 내용은 물 재이용 기본계획(관리계획 포함)의 수립과 물 재이용시설의 이용을 위한 시설 설치기준, 설치인가, 등록의 내용을 담고 있다. 「물 재이용법」은 「지하수법」과 마찬가지로 물길조성사업에 필요한 유지용수를 이용하기 위한 근거가 되며, 공급되는 용수 중 빗물 및 재처리수 내용이 포함된다.

「물 재이용법」 제2조(정의) 제1항에는 재이용되는 물의 범위를 빗물, 우수 등과 같이 한번 가공 처리된 물로 한정하며, 이를 처리수¹⁴⁾라는 용어로 정의하고 있다. 처리수는 생활, 산업(농업, 공업), 조경, 하천 유지 등의 용도로 활용될 수 있다. 제5조(물 재이용 기본계획의 수립)에는 환경부 장관이 10년마다 물의 재이용 여건, 처리수의 수요 전망 및 목표 등을 고려하여 기본계획을 수립·시행해야 함을 명시하고 있다. 제6조에는 시도지사 및 기초자치단체장이 기본계획에 따라 지역적 여건에 맞는 관리계획을 수립하여 환경부 장관의 승인하에 시행하도록 규정하고 있다.

법 제8조(빗물이용시설의 설치 관리)에는 대통령령으로 정하는 일정규모 이상의 건물 신축 시 빗물이용시설 설치의무 및 운영방식을 규정하고 있다. 빗물이용시설은 빗물을 저장할 수 있는 저류조와 빗물에 섞여 있는 오염물질을 제거할 수 있는 여과처리장치, 저류조에 담긴 빗물을 운반할 수 있는 송수시설(배수시설)을 포함하게끔 규정되어 있다(동법 시행규칙 제4조). 다만 빗물은 중수도와 달리 별도의 수질관리 기준을 명시하고 있지 않아 조경 및 친수용수로 사용될 때는 신중히 해야 한다. 빗물 및 처리수 이용과 관련한 「물 재이용법」의 내용은 [표 3-6]과 같다.

14) ① 빗물은 빗물이용시설을 통해 건축물의 지붕면 등에 내린 빗물을 모아 공급하는 물을 말한다. ② 중수는 오수를 공공하수도로 배출하지 아니하고 재이용할 수 있도록 개별적 또는 지역적으로 설치된 중수도 시설을 통해 공급되는 물을 말한다. ③ 하수 처리수는 공공하수처리시설에서 정화 처리된 물을 말한다. ④ 폐수 처리수는 폐수종말처리시설에서 정화 처리된 물을 말한다. ⑤ 발전소 온배수는 발전과정에서 발생한 폐열을 냉각시키기 위해 사용했던 물을 정화 처리한 물을 말한다.

[표 3-6] 물길조성사업 유지용수 공급과 관련한 「물 재이용법」 및 지방조례 주요 내용

법	조항	주요 내용
「물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률」	제5조 (물 재이용 기본계획 수립)	▪ 환경부 장관은 물 재이용 여건, 처리수의 수요 전망 등을 고려하여 물 재이용기본계획을 수립해야 할 의무가 있음
	제6조 (물 재이용 관리계획 수립)	▪ 시·도지사는 지역적 여건을 고려하여 물 재이용 기본계획에 부합하게 물 재이용관리계획을 수립해야 하며, 이를 환경부 장관에게 승인받아야 함
	제8조 (빗물이용시설의 설치 관리)	▪ 일정규모 이상의 건물 신축 시 빗물이용시설을 설치 운영해야 함
「서울특별시 물순환 회복 및 저영향개발 기본조례」	제3조 (물 재이용 관리계획의 수립)	▪ 기본계획에 부합하면서 관계되는 법령과 연계하여 관리계획을 수립
	제5조 (빗물이용시설의 설치 관리)	▪ 빗물이용시설의 소유자는 자치단체장에게 설치신고서를 제출하며 구청장은 시설기준의 적법성을 가려 시설의 설치 및 이용 권한을 부여

3) 관련 법정계획

이상 물길조성과 관련한 5개 법의 법정계획은 [표 3-7]에 나타내었다.

[표 3-7] 물길조성사업 관련법 및 법정계획 현황

구분	관련법	국가 법정계획	서울시 법정계획 (수립연도)
수면 및 수변공간	「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」	대권역 수질 및 수생태계 보전계획	서울특별시 물환경종합관리계획(2015)
		중권역 수질 및 수생태계 보전계획	
수변공간 및 배후지역	「국토계획법」	국토종합계획	서울도시기본계획 「2030 서울플랜」(2014)
	「경관법」	경관기본계획	서울시 기본경관계획(2010)
유지용수	「지하수법」	지하수관리기본계획	서울특별시 지하수 관리계획(2006)
	「물 재이용법」	물 재이용기본계획	서울특별시 물 재이용관리계획(2013)

물길조성사업은 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」의 법정계획인 서울특별시 물환경종합관리계획(2015)에 의해 추진되는 시책사업이다. 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」 외의 법률이 규정하는 법정계획에는 친수시설의 설치·수변공간의 조성 필요성을 일부 설명하고 있지만, 계획의 구체적 실현방안이나 시책에 포함하지 않고 있다([표 3-8]).

[표 3-8] 법정계획 내 물길조성 관련 내용 및 사업반영 여부

관련법	서울시 법정계획 (수립연도)	관련 내용	사업 반영
「수질 및 수생태계 보전에 관한 법」	서울특별시 물환경 종합관리계획 (2015)	○ 핵심이슈 4, 생명이 살아 숨 쉬는 안심 도시 • 도시기후조절 능력 강화(전략 1-2) • 도시표면의 친환경성 강화, 열섬현상 저감 완화 등의 전략을 수립하고 있음	-
「국토계획법」	서울특별시 도시기본계획 「2030 서울플랜」 (2014)	○ 물환경목표 9, 자연과 시민이 함께하는 물환경도시 • 친하게 만날 수 있는 물가조성(시책 9-1) • 수면 1km 이내의 수변공간을 서울시 전체면적에 조성 • 사업계획에 도심 속 실개천 만들기 사업 제시	○
「경관법」	서울시 기본경관계획 (2010)	○ 강·산·문화재 주변 특정경관계획 • 수변시설 및 가로개선을 통한 수변 활성화(전략 3) • 조망장소, 구조물 개선 등으로 경관 활력 거점 조성 • 자연하천만을 대상으로 함	-
「지하수법」	서울특별시 지하수 관리계획 (2006)	• 지하철 유출지하수 활용현황 제시 • 현황만 제시, 계획 관련 내용 없음	-
「물 재이용법」	서울특별시 물 재이용 관리계획 (2013)	• 빗물이용시설 및 중·하수 시설설치 지원계획 수립 • 공급확대 방안만을 계획하여 어디에 얼마만큼 사용할 것인지에 대한 구체적 논의 없음	-

서울특별시 물환경종합관리계획은 2009년부터 2020년까지 추진되는 계획이다. 계획내용에는 물길조성사업(도심 속 실개천 만들기 사업)을 시민 생활 속 수변공간을 만들기(물환

경 목표 9) 위한 시책과제로서 제시하고 있다. 이 목표는 시민과 산, 하천의 물환경을 연결하는 수변공간을 조성하기 위해 3가지 세부 시책을 제시하는데, 첫째, 친하게 만날 수 있는 물가조성, 둘째, 아름다운 수변경관의 보전, 셋째, 수변의 운영관리 충실이 세부 시책이다. 물길조성사업은 이 중 친하게 만날 수 있는 물가조성의 요구과제로 추진되었다.

물길조성사업의 계획은 법정하천 수면 1km 이내의 공간을 수변공간으로 조성하여 서울시 모든 시민이 수변공간 및 수변공간 서비스의 혜택을 받을 수 있게 하기 위해 제시된 공공사업이다. 서울시 36개 법정하천 1km 이내의 공간 면적은 355.1km²로 서울시 면적의 58.7%에 불과하다. 이에 법정하천 주변을 자연형 수변공간으로 조성해 수변공간 및 수변공간 서비스 혜택을 약 75% 수준으로 증가시키고 하천 1km에 포함되지 않는 지역에 도심 속 실개천 만들기 사업을 통해 수변공간 서비스 혜택을 100%(조성필요 물길연장 51.5km) 달성을 최종 목표로 삼고 있다.

서울특별시 물환경종합관리계획에서 제시된 사업 규모는 2013년까지 총 51개 물길을 조성할 계획이었으며, 예상되는 사업비는 1,044억 원이었다. 그러나 현재 9개 물길조성에 들어간 총 사업비가 약 279억 원임을 고려하면 2020년까지 34개 물길, 물길연장 20.4km 정도만이 달성 가능해 계획 규모의 수정이 불가피하다.

물길조성사업 관련법과 법정계획을 살펴보면 물길의 유지용수 활용방안, 수질·관리 기준 등이 여러 법적 체계하에 놓여 있다. 그러나 물길의 외관, 설계 기준 등이 미비하고 설치 적정 수준에 대한 기준이 없어 시민에게 일정한 수준의 서비스를 일관되게 공급하기 어려운 실정이다. 따라서 이 연구는 실정법에서 제시하지 못하고 있는 설치 및 관리기준을 제시해 물길조성사업의 활성화와 원활한 사업추진 방안을 모색하는 것을 목적으로 한다.

2_국내외 물길조성 사례

물길조성의 수요지역과 지침마련에 반영하기 위하여 국내외 인공물길조성사례의 계획 및 관리운영 등을 검토하였다. 사례 대상은 국내·외에 설치된 인공물길 중에서 공공에 의해

도심의 생활환경을 개선하기 위한 목적으로 조성되고 특히 버려지는 수자원을 재이용하여 안정적으로 유지용수를 공급하는 물길로 선정하였다.

1) 국내 사례

(1) 마포구 연남동 세교천

연남동 세교천은 경의선 숲길공원의 연남동 구간에 위치하는 인공물길이다. 해당 지역은 경의선 지상 철로가 설치되어 있었다. 1999년부터 가좌역과 용산역 사이의 지상구간을 지하화하면서 상부에 방치된 철로를 공원화하여 공원이 조성되었다. 이 중 연남동 세교천은 홍대입구역-홍제천을 잇는 구간으로 2014년 완공되었으며, 0.79km의 물길이 공원 내부에 조성되어 있다.

세교천은 연희동에서 발원하여 연남동을 거쳐 홍제천(사천)으로 유입되는 지류로 홍제천의 직선화 및 연남동 택지화에 따라 사라진 실개천이다. 세교천의 이름은 과거 세교천의 유래를 토대로 명명되었으며 기존 실개천의 유로를 복원하고자 하는 목적을 겸하고 있다. 주거환경개선사업의 일환으로 자연형으로 조성하였고 하폭은 0.3~0.7m로 공원의 중심부를 가로지르는 보행로 변에 위치한다. 물길 유지용수는 경의선 철도(용산-문산 구간) 및 공항철도 ‘홍대입구역’에서 발생하는 유출지하수를 활용하여 150톤(m^3 /시간) 공급받고 있다. 또한, 공급된 용수는 인근 하천(홍제천)으로 방류하여 하천의 수심을 유지하고 있다.

[표 3-9] 연남동 세교천 물길 정보

위치	마포구 연남동	연장	790m	물길 형태	직선형 자연형
설치 장소	경의선 숲길 연남동 구간	하폭	0.3m~0.7m	유지 용수	지하철역사 유출지하수

상류 시작점에 연못 및 분수, 소형교량을 조성하여 물길 및 주변 경관을 향상하고 있다. 이와 더불어 공원 보행로 및 물길 주변에 벤치 등의 휴식시설을 설치하여 편의를 제공하고 있다. 더불어 주제, 목적 등을 설명하기 위한 안내판을 설치하여 이용객의 편의를 도모하고 있다([그림 3-3]).



출처: 박은실(2014), 「창조인력의 지역 선호요인에 관한 연구-서울 연남동 창조환경 특성을 중심으로

[그림 3-3] 세교천 물길안내판 설치(좌) 및 모습(우)

[표 3-10] 연남동 세교천의 유지용수 공급 및 주요시설

구분	요약	세부내용
추진 체계	경의선 공원화 사업	1999년 경의선(용산~가좌 구간) 지하화 추진, 해당 구간은 지상구간이었으나 서울시 요구로 지하화하면서 공원조성 - 연남동은 홍대입구역~홍제천을 잇는 구간으로 2014년 완공
물길 형태	자연형 하천	- 공원 중심부를 가로지르는 보행로 변에 위치 - 주거환경개선사업의 일환으로 자연형으로 복원 - 기존 실개천 물길 복원목적 겸함(세교천)
물순환	지하철 유출수 활용	- 경의선 철도(용산~문산 구간) 및 공항철도 '홍대입구역'에서 발생하는 유출지하수를 활용하여 150톤(㎥/시간) 공급 - 공급된 용수는 하천으로 방류(홍제천 수심 유지)
친수 시설	인공연못 분수 조성 휴식시설 공급	- 상류 시작점에 연못 및 분수, 소형교량을 조성하여 경관 향상 - 공원 보행로 및 실개천 주변에 벤치 등을 설치하여 편의 제공 - 주제, 목적 등을 설명하기 위한 안내판을 설치

(2) 경기도 운정 신도시 호수공원

경기도 파주시 야당동 일원 운정 신도시 호수공원은 2000년 초반 신도시 건설과 동시에 조성된 물길로 국내에서 조성된 물길 중에 연장이 가장 길다. 운정 신도시 호수공원은 일산호수공원과 서울 청계천을 조합하여 조성된 호수공원으로서 공원 내 물길, 산책로를 함께 조성하여 시민들의 긍정적인 반응을 얻고 있다. 호수공원 내 물길연장은 총 길이 6.5 km, 하폭 1~10m로 조성되어 있다.

신도시(택지)개발 당시 난개발 문제를 해결하기 위해 생태 신도시를 주제로 택지개발에 나섰고 인접한 소리천의 하천정비계획이 병행되었다. 신도시 택지지구 내 영구 저류지 및 소류를 조성하여 친수공간을 확보하였고 수질은 2급수 수준으로 냄새도 없고 깨끗해 어린이들이 발을 담그고 물놀이를 할 수 있는 수준으로 운영관리되고 있다.

[표 3-11] 운정 신도시 호수공원 물길 정보

위치	경기도 파주시 야당동 일원	연장	6,500m	물길 형태	곡선형 자연형
설치 장소	소리천 주변 생태공원	하폭	1m~10m	유지 용수	재처리수 우수, 원수

물길은 총 5개 구간으로 구성되는데 자연형으로 조성되어 있으며, 공원 외곽과 중심부를 따라 흘러 순환된다. 5개 구간 중 1~2구간은 수변 놀이 공간, 3구간은 생태수로로 조성되어 있다. 4구간은 생태호수, 5구간은 생태하천 및 습지공간이다. 특히 습지공간의 경우 수질을 정화할 수 있는 우수정화시스템과 자연습지가 조성되어 있다.



출처: 방상원 외, 2009, 미래 녹색도시 구현을 위한 복합기능 도시습지의 복원 및 조성방안 연구

[그림 3-4] 운정 신도시 호수공원 물길 위치(좌) 및 모습(우)

운정 신도시 물길의 물순환은 저류지 기능과 물순환시스템이 가장 큰 특징이다. 호수공원을 구성하고 있는 4개의 물길(와동저류지, 인공호수, 실개천, 소리천)에 하루 64,000m³의

정화된 물을 공급한다. 대부분 운정 하수처리장에서 처리한 재처리수가 공급되며 이차적으로 소리천의 원수가 추가로 공급된다. 부족한 용수는 호수공원의 중앙 호수에 저류조와 배수시스템을 통해 유입되는 빗물로 공급된다. 호수공원에서 공급받는 용수의 양은 서울 청계천에서 하루 방류하는 유량(98,000m³/일)의 3분의 2에 달한다. 이 중 44,000m³/일은 실개천으로 공급되고 18,000m³/일은 소리천으로 공급된다. 특히, 물순환시스템에 약 1,353억 원의 예산이 투입되었다.

물순환시스템 외에도 최근 강우량을 반영하여 하루 홍수조절용량 897,000m³를 확보하여 지역의 홍수위를 조절하는 역할을 담당한다. 또한, 기존 하천을 활용하는 만큼 주변 하천의 치수 기능을 돕고, 가로수 배수시스템으로 물 재이용 역할까지 수행한다(방상원 외, 2009). 확보한 물은 오염방지를 위해 습지를 거치는 과정을 통하여 자연적으로 정화된다. 더불어 가로형 배수시스템을 도입하여 식생 서식을 유도하고 지하수 부존량을 확보하여 생태기능을 유지하고 있다.

[표 3-12] 운정 신도시 호수공원의 물길 유지용수 공급 및 주요시설

구분	요약	세부내용
추진 체계	신도시개발 (택지개발) 소리천 정비계획	- 대한토지주택공사, 파주시 공동 신도시개발사업 - 난개발 문제를 해결하기 위해 생태 신도시로 주제화 - 택지지구 내 영구 저류지 및 소류를 조성한 친수공간 확보가 목표
물길 형태	자연형 하천	- 총 5개 구간을 선정하여 1~2구간은 수변 놀이 공간, 3구간은 생태수로, 4구간은 생태호수, 5구간은 생태하천 및 습지 공간 조성 - 습지 공간은 수질 정화 기능을 갖춘
물순환	처리수 우수활용	4개 실개천에 64천m³/일 공급 44천m³/일 실개천 공급 18천m³/일은 소리천 공급 - 공급되는 용수는 운정하수처리장 고도처리수, 임진강 원수처리수
친수 시설	치수 및 생태기능 유지	- 인공 호수는 최근 강우를 반영하여 홍수조절용량 897천m³ 확보 - 공급되는 물의 오염방지를 위해 습지를 거치며 자연정화 - 가로수형 우배수시스템을 도입하여 식생 서식 유도, 지하수 부존량 확보

2) 국외 사례

(1) 독일, 프라이부르크 베힐레(Freiburg, Behile)

프라이부르크는 프랑스, 오스트리아, 프랑스를 잇는 관문 도시로서 약 1120년 중세 시대에 형성되었으며, 도시·사람·자연을 하나로 엮어내고 있는 생태 도시이다. 시내에는 오래된 도심을 중심으로 시내 전역을 흐르는 물길 ‘베힐레’가 있다. 베힐레는 프라이부르크형 성 이후 약 100년 뒤에 설치된 것으로 제시된다. 베힐레는 사전적으로 수로, 물길이라는 의미이다. 조성은 약 1220년을 전후로 보고 있으며, 조성목적은 신선한 음용수 공급설과 소방방재 목적설이 있다.

[표 3-13] 프라이부르크 베힐레 물길 정보

위치	독일 바덴뷔르템베르크주 프라이부르크시	연장	15,000m	물길 형태	순환(곡선)형 인공형
설치 장소	도시 전역	하폭	0.2m~2m	유지 용수	인공공급 없음, 원수, 우수로 유지

프라이부르크 도시 내의 거리는 대부분 보행자 전용구역으로 베힐레 또한, 보행로를 따라서 도시 전역을 휘감고 있다. 도시 전역에 설치된 베힐레의 총연장은 15km에 이른다. 원수인 드라이잡강에서 700m의 수로를 연결해 용수를 공급하며, 베힐레가 시작되는 컨빅대로의 하폭은 약 2.0m이고, 좁은 골목길에는 20cm 정도의 하폭으로 베힐레가 구성되어 있다.

물길은 자연 경사도에 의해 도심의 가장 높은 언덕에서 낮은 쪽으로 흐르도록 설계되었다. 베힐레는 도로 크기에 따라 폭이 다르며, 좁은 골목길의 베힐레는 건물 벽에 붙어 있어 자연스럽게 인도와 차도를 구분하는 역할을 하기도 한다.



출처: 전남일보 인터넷 기사(2016.11.15.), 영산강을 생명의 강으로 - 3부 해외 선진지서 배운다 ⑩ 독일 프라이부르크 베힐레

[그림 3-5] 상업시설과 인접한 베힐레(좌), 시민들의 베힐레 이용 모습(우)

베힐레는 도시의 온도변화 민감성을 낮추고 습도를 알맞게 조절하는 역할을 한다. 프라이부르크는 독일 전체에서 일조량이 가장 많은 곳으로서 여름철 기온이 39°C까지 올라갈 정도로 더운 도시이다. 도심 곳곳을 연결하는 베힐레는 바람길 역할과 함께 뜨거워진 땅을 식혀주는 역할을 하고 있다. 또한, 우수가 베힐레를 통해 배수됨에 따라 도시의 홍수위를 조절하는 역할도 담당하고 있다.

과거 독일 도시 몇 군데에 베힐레가 만들어졌지만, 현재 원형을 그대로 보존하고 있는 곳은 프라이부르크가 유일하다. 도시경관에 핵심으로 자리매김한 베힐레는 현재 많은 관광객의 볼거리가 되고 있을 뿐만 아니라 시민들과 떼어낼 수 없는 존재이다. 베힐레는 어린이들의 놀이터 역할을 하며, 더운 날씨에 더위를 식히는 시민들을 볼 수 있다. 1급수의 수질을 유지하기 위해 전문 관리업체 용역으로 관리유지를 진행하고 있으며, 관리는 매일 시민활동시간에 수시로 이루어지고 있다.

[표 3-14] 프라이부르크 베힐레 물길의 유지용수 공급 및 주요시설

구분	요약	세부내용
조성 목적	기원 불명확 소방용, 식수용	- 프라이부르크는 프랑스, 오스트리아, 스위스를 잇는 관문 도시로 베힐레는 중세 시대에 설치된 인공수로 - 조성목적은 신선한 음용수 공급설과 소방방재 목적설이 존재
물길 형태	인공수로 방사형	- 프라이부르크는 생태 도시로 보행자 대부분이 전용구역임 - 물길은 보행로를 따라 도시 전역을 흐름(건물 벽과 연결) - 하폭은 0.2m에서 2m로 다양하며 유로연장은 15km임
물순환	원수, 우수 자연순환 하천방류	- 물은 자연 경사도에 의해 자연적으로 흐름 - 용수는 드라이잠강 원수를 700m 수로 통해 공급 - 용수는 사용 후 다시 드라이잠강으로 방류됨
친수 시설	기온, 습도 홍수조절 도시경관 핵심	- 도시의 온도변화 민감성을 낮추고 습도를 알맞게 조절 - 우수의 배수가 베힐레를 통해 이루어져 홍수위를 조절함 - 도시경관의 핵심으로 현재는 관광상품으로 주목받음 - 베힐레의 관리는 전문 관리업체 용역으로 진행 - 관리는 매일 시민활동시간에 수시로 이루어짐

(2) 스위스 취리히 제바흐 물길(Zurich, Seebach)

세계적인 친환경 도시인 스위스 취리히는 과거 1970년대 공업화에 따라 환경이 심각하게 오염되었다. 공업화에 따라 도심 내 대부분의 하천은 복개되어 도로나 인도로 사용되었고, 하천은 하수관로의 용도로 100년 이상 사용되었다. 이에 시 정부는 환경을 복원하고 주민들의 삶의 질을 증진하기 위해 1985년부터 하천복원을 시작하였다. 최초 44km 하천 복원 계획수립 이후 현재까지 37km의 하천이 복원되어 생태 도시로 변모하게 되었다.

[표 3-15] 취리히 제바흐 물길 정보

위치	스위스 취리히시 제바흐 주거단지	연장	130m	물길 형태	곡선형 자연형(절충형)
설치 장소	주거단지 내 복개하천 상부	하폭	0.5m~1m	유지 용수	인공공급 없음 원수, 우수로 유지

제바흐 물길은 취리히 호수와 200m 거리에 있는 제바흐 주거단지 내에 위치한다. 수로는 복개된 하천 상부에 설치되어 있다. 과거 제바흐 물길은 취리히 호수와 질강을 연결하는 130m의 복개된 하수관로였다. 흥미로운 것은 하천복원 계획수립 시 복개된 하천의 콘크리트를 제거하지 않고 상부에 자갈과 흙을 깔아 수로를 조성하였다.



출처: 매일신문 인터넷 기사(2011년 1월 24일), 대구 강의 도시를 만들자 (5) 스위츠 취리히

[그림 3-6] 주거단지 내에 있는 제바흐 수로(좌) 및 인공수로가 유입되는 질강 모습(우)

제바흐 물길은 복개된 기존 하천의 하수도관을 그대로 사용하여 하수도과 수로를 이원화하여 사용하는 방식으로 복원되었다. 하부의 하수관으로 유입되는 생활하수는 정화시설을 거쳐 강으로 흘러나가며, 상부 물길에는 배수시스템과 원수가 동시에 공급되어 수질·유량·유속을 유지하고 있다. 더욱이 수생생물과 수서생물의 서식을 돕기 위하여 유속을 낮추고 물길을 인위적으로 S자형으로 조성하였다. 제바흐 물길은 1급수에서 서식하는 가재, 송어 등의 어류를 볼 수 있는 생태교육현장으로 활용되고 있으며, 시민들에게는 무더운 여름날 더위를 피할 수 있는 휴식처로 사용되고 있다. 더불어 지역주민들과 지역에 거주하는 전문가가 공동으로 조성한 수로는 공동체성과 사회적 자본(Social Capital) 형성의 장으로 인식되고 있다.

[표 3-16] 취리히 제바흐 물길의 유지용수 공급 및 주요시설

구분	요약	세부내용
조성 목적	생태환경보전 하천복원	1970년대 공업화에 따라 도심 대부분의 하천이 복개됨 - 이후 44km의 하천복원 계획을 수립, 현재 37km의 하천이 복원됨. 제바흐 물길은 취리히 호수와 질강을 연결하는 130m의 복개하수도 - 현재는 다양한 수생생물이 서식할 정도로 생태환경 복원
물길 형태	곡선형(S자형) 절충형	- 복개된 하천의 콘크리트를 제거하지 않고 상부에 자갈과 흙을 쌓고 수초를 심어 인공수로로 조성 - 기존 하수도관을 분리하여 수로로 사용(수로와 하수도관을 이원화) - 수생생물과 수서생물의 서식을 돕기 위해 유속을 낮추고 물길을 인위적으로 S자 형태로 조성
물순환	원수/우수 하천방류	- 물은 구배(자연경사도)에 의해 자연적으로 흐름 - 취리히호수 원수를 수로로 연결하여 공급(우수, 계곡수 포함) - 공급된 용수는 질강으로 방류됨 - 질강에 유입되는 물은 유로 유지용수 외에도 하수관을 따라 흐르는 폐수 처리수가 함께 유입
친수 시설	기온, 습도 및 홍수조절 공동체성 함양	1급수에서 서식하는 가재, 송어가 서식하여 생태교육 현장으로 활용 - 무더운 여름날 더위를 피해 수로 주변에서 휴식을 즐김 - 수로는 지역의 주민과 전문가가 공동으로 조성 - 공동체성과 사회적 자본(Social Capital) 형성의 장으로 인식

(3) 스웨덴 스톡홀름 함마르비 호수 물길(Stockholm, Hammarby)

함마르비는 과거 주로 항구를 중심으로 한 공업(생산) 기능을 수행한 지역이다. 1차 세계 대전 이후까지만 해도 함마르비 호수는 철강제조, 기술개발의 핵심지역이었으나, 도시의 핵심산업인 제조업이 쇠퇴하고 생산설비가 노후화되어 급격하게 쇠퇴한 지역이 되었다. 그뿐만 아니라 함마르비 호수는 산업발전단계에서 오·폐수로 인한 환경오염문제를 겪었다. 이후 1990년대 초 스웨덴의 경제호황으로 인해 스톡홀름이 발달하게 되었으며, 주변 지역에 주거수요가 급증하게 되었다. 이때 함마르비 지역을 친환경적인 주거전용 생태 도시로 재개발을 추진하였다. 함마르비는 도시를 활성화하기 위해 호수의 원수와 우수, 생활하수 재처리수를 도시 전체에 순환시켜 수변 생태 도시를 주제로 조성되었다.

[표 3-17] 스톡홀름 함마르비 물길 정보

위치	스웨덴 스톡홀름 남부 허스타드 지역	연장	5.8km	물길 형태	곡선형 자연형(절충형)
설치 장소	허스타드 주거단지 지역 내부	하폭	1m~10m	유지 용수	인공공급 없음. 우수, 재처리수

함마르비 호수 물길은 수변 생태계 및 주거환경을 고려한 허스타스 주거단지 내에 설치된 물길이다. 총연장은 약 5.8km, 하폭 1~10m로 주거단지 전역에 물길이 조성되어 있다. 물길은 우수를 처리하기 위한 공간 역할을 우선적으로 수행하며, 부족한 유지용수는 주거단지에서 발생하는 생활하수를 정수 처리하여 공급한다.



출처: 왕광익(2016), 스웨덴 스톡홀름의 친환경 도시: 하마비 허스타드

[그림 3-7] 함마르비 호수 전경(좌), 우수 및 원수를 활용한 친수시설 모습(우)

함마르비 호수 물길은 도시 기온과 습도를 조절하는 능력이 있으며, 수변에서 식용작물을 생산하여 추가이익을 창출하고 있다. 물길에 인접한 수변공간은 넓은 오픈스페이스를 확보하여 이용객의 편의를 도모하였다. 또한, 수변 녹지에는 많은 식용작물을 재배하고 목재 보행데크 설치를 통하여 쾌적함과 자연환경 보존을 동시에 추구하고 있다. 더불어 함마르비 호수 물길은 홍수위를 조절하기 위해 도시 전역에 우수관리시스템 시설을 설치하였다는 특징이 있다. 더불어 우수처리시스템과 하수처리기술은 세계적으로 유례를 찾아보기 어려워 도시재생의 선례로 주목받고 있다.

[표 3-18] 스톡홀름 함마르비 물길 유지용수 공급 및 주요시설

구분	요약	세부내용
조성 목적	수변 생태를 주제로 도시재생	- 이전에는 제조, 기술개발의 핵심지역, 그러나 산업발전 단계에서 호수가 오염되어 환경복원 계획을 수립 - 호수의 원수와 우수를 도시 전체에 순환시켜 수변생태 도시를 주제로 도시 재활성화가 목표(물을 매개로 하는 도시재생 사례)
물길 형태	곡선형(S자형) 자연형(절충형)	- 함마르비 호수에서 인공물길을 연장하는 방식과 우수처리용 수로 조성 - 지속가능한 친환경 도시재생을 목표, 수변에 생태성과 경관을 동시에 고려하여 물길을 조성함 - 특히, 수변에 식용작물을 재배하며, 우수관리시스템에 의해 처리된 우수를 공급
물순환	원수/우수/재처리수 순환형	- 수로의 물은 자연 경사도에 의해 자연적으로 흐르며 유지용수는 우수 및 하수 재처리수를 활용하여 공급함 - 수로는 일차적으로 우수배제 관로의 역할을 하며, 이차적으로는 경관을 업그레이드하기 위해 조성
친수 시설	기온조절 및 홍수조절 도시재생 콘텐츠	- 도시 전역에 홍수위 조절을 위한 우수관리시스템 및 시설 설치 - 도시 기온과 습도를 조절하는 능력이 있으며 수변에서 식용작물을 생산하여 추가이익을 창출 - 우수처리시스템과 하수처리기술은 세계적으로 유례를 찾아보기 어려워 도시재생의 선례로 주목받고 있음

3) 서울시 물길조성 시 고려사항

(1) 국내외 물길조성 특성

이상의 사례에서 나타난 사례별 시사점은 [표 3-19]와 같다. 국내 사례인 연남동 세교천과 운정 신도시 호수공원은 모두 시민의 이용 편의성을 위해 다양한 정보를 현장에서 제공하고 있었으며, 공원 내부에 물길이 조성되어 보행로를 잠식하지 않고 생태·경관성을 동시에 확보하고 있다. 국외 사례는 운영관리를 위해 전문업체의 위탁경영을 받고 있었으며, 원수와 우수, 재처리수 등 다양한 유지용수 공급방안을 모색하고 있었다. 또한, 도시 재생의 매개이자 도시경관의 핵심으로 활용하고 있었으며, 경관 외에도 다양한 문화 콘텐츠를 제공해 물길의 활용범위를 넓히고 있었다.

[표 3-19] 국내외 물길조성사례별 특징

구분	물길명	특징
국내 사례	연남동 세교천	- 물 재이용을 고려해 유출지하수를 활용 - 이용 편의성 증진을 위해 물길 관련 다양한 정보제공
	운정 신도시 호수공원	- 원수, 우수, 재처리수 등 다양한 용수공급원을 활용 - 공원부지 조성으로 보행로를 잠식하지 않고 이용 편의 증진 - 생태·경관성·물순환 등 다양한 기능 수행
국외 사례	프라이부르크 베힐레	- 자연경사 이용하여 유속 유지, 전문업체 위탁관리 - 도시경관의 핵심으로 랜드마크이자 관광상품으로 활용 - 원수 100%로 물길 유지됨(일부 우수 유입)
	취리히 제바흐 물길	- 물길복원 목적으로 수행, 콘크리트를 제거하지 않고 인공물길을 조성하여 비용절감 - 원수 100%로 물길 유지 - 민·관·학이 협력하여 물길조성(협회의 장으로 활용) - 곡선형 물길조성으로 수생태계 보전
	스톡홀름 함마르비 호수	- 물길 및 수변공간을 활용한 대규모 도시재생사업 - 우수와 재처리수를 활용해 물길 유지 - 유로 자체가 우수처리시설로 이동되는 관로 역할수행 - 수변공간을 다양하게 활용(지역축제, 농업생산활동)

(2) 물길조성 시 고려사항

국내외 물길조성사례를 토대로 서울시 물길조성 시 고려하여야 하는 내용은 크게 계획과정, 유지용수, 활용방안이다([표 3-20])).

첫째, 물길조성에서 유지용수의 수원과 확보는 지속가능성 여부를 나타내는 주요 부분이다. 유지용수 공급방안은 물길조성주제와 관련하여 재처리수나 우수를 활용하는 사례 외에도 원수를 활용하는 방법에서부터 유출지하수의 활용에 이르기까지 다양한 유지용수 공급방안을 제시하고 있다. 물길의 용수를 지속적으로 확보하고 깨끗한 수질과 수심을 안정적으로 유지하는 것이 중요하며 이를 통하여 도심 속의 물길은 기능을 유지하면서 시민들에게 친수공간을 제공할 수 있게 된다.

둘째, 물길조성의 목적과 목표달성 방법이다. 대부분 사례에서와 같이 계획과정에서 물길조성의 목적과 목표달성 방법을 구체적으로 제시하고 있다는 것이다. 스위스 제바흐 물길은 복개된 하천복원을 목적에 두고 있지만, 사업비용과 기간 등을 고려하여 상부 콘크리트를 제거하지 않고 그대로 새로운 물길을 조성하였다. 운정 신도시 호수공원 물길과 함마르비 물길은 도시개발 사업의 일환으로 물길을 조성하여 부족한 자원과 추진동력을 확보하였다.

셋째, 물길의 다양한 제공 및 활용방안이다. 모든 사례지역에서는 해당 물길의 이용정보를 다양한 형태로 이용객에게 제공하고 있었으며, 지역축제, 관광 상품 개발, 다양한 지역 사회프로그램 제공 등 다방면으로 물길을 활용하고 있다.

결론적으로, 물길은 경관적 역할 외에도 환경, 사회, 경제 등 다양한 역할을 복합적으로 수행하고 있다. 운정 신도시의 소리천은 편의성, 생태성, 경관성을 동시에 확보하여 이용자의 편의를 도모하였다. 생태도시인 취리히 제바흐 물길은 곡선형 물길을 조성하여 수변 생태계를 보전하기 위한 노력을 하고 있으며, 물길을 복원하는 과정에서 지역 구성원이 참여하여 환경보전의 필요성을 인식하는 장으로 활용하고 있다. 수변공간을 활용한 대규모 도시재생사례로 자리매김하고 있는 함마르비 호수 물길은 수변공간에서 식용작물의 재배 등 도시의 지속가능성을 향상시키는 역할을 동시에 수행하고 있다.

[표 3-20] 국내외 사례에서 나타난 물길조성의 주요 고려사항

구분	내용	사례 물길
용수공급	하천 원수, 유출지하수, 우수 등 다양한 용수 공급방안 제시	모든 사례
배수계획	배수에 대한 계획이 명확, 물 이용 효율 극대화	모든 사례
역할수행	경관 외에도 환경·사회·경제 등 복합적 역할수행	모든 사례
재원확보	물길조성 시 상위도시계획을 통해 충분한 재원확보	운정 신도시, 함마르비
관리방안	물길 관리방안이 계획단계에서부터 고려	운정 신도시, 함마르비, 프라이부르크
활용방안	지역축제, 관광상품개발 등 다양한 지역사회프로그램 제공	프라이부르크 베힐레, 함마르비
물순환	자연경사, 순환방식	운정 신도시, 함마르비, 프라이부르크 베힐레

04

서울시 물길 상태 및 운영실태 평가

- 1_서울시 9개 물길조성 특성
- 2_서울시 9개 물길 종합평가

04 | 서울시 물길 상태 및 운영실태 평가

서울시에 물길은 9개가 조성되어 있다. 구로거리공원 물길, 건국대학교 물길, 국민대학교 물길, 남부순환로 물길, 남산공원 물길, 대학교 물길, 독섬역 물길, 망우로 물길, 태릉입구역 물길이다. 이들 물길은 청계천의 하천회복사업 이후 시민의 친수공간 수요에 부응하기 위해 2008년부터 설치됐다. 그러나 설치지침 없이 단기간에 설치되어 유지용수의 공급 어려움, 청소 및 시설물 파손 등의 운영관리상 문제가 나타나고 있다. 또한, 건국대학교 물길은 분수벽천 형태의 수경시설로서 물길의 기능이 작동하지 않는다.

물길의 상태에 대해 조사를 실시하고 운영 자료와 공간데이터를 분석하여 설치 위치의 적정성을 포함하여 시설상태 및 운영실태를 종합적으로 평가하였다. 또한, 관리 담당자들과 면담을 통하여 개선안을 도출하였다.

1_서울시 9개 물길조성 특성

1) 구로거리공원 물길

(1) 물길 형상 및 가동시간

구로동 구로거리공원 물길은 거리공원 내 광장 중심부에 조성되어 있다([그림 4-1]).



[그림 4-1] 구로거리공원 물길의 위치 및 유로특성

구로거리공원 물길은 총연장 0.2km, 하폭 0.3~1.0m로 인근 주거단지 및 상업지역 주변에 위치한다. 물길 유로는 자연형(곡선형)으로 구성되어 있으며, 유지용수는 인접 아파트의 유출지하수를 공급받는다. 가동 기간은 여름철을 포함하여 5월에서 9월까지이다.

(2) 주민 이용만족도

2015년 실시한 서울시 시정여론조사 결과에 따르면 구로거리공원 물길의 만족도는 100점 만점에 평균¹⁵⁾ 88점으로 나타났다. 모든 물길의 평균 만족도는 71.1점으로 평균점수보다 다소 높은 수준의 만족을 보인다.

세부적으로는 시민휴식 도움(98점), 자연친화적 설치(94점)가 높은 점수를 차지하였다. 이는 구로거리공원 물길의 넓은 보행공간과 조밀하게 설치된 휴식공간, 수변에 조성된 수림에 의한 것이다. 그밖에 물길 주변 정리정돈(94점) 또한 높은 점수를 차지하여 시민들이 만족할 수준으로 물길 주변이 정리되어 있다. 반면에 가장 낮은 점수는 안전시설 항목(66점)으로서, 보행로와 물길을 구분하는 경계가 없고 물길 내부로 진입을 제한할 수 있는 장치나 안전정보를 알리는 시설이 없다.

【표 4-1】 구로거리공원 물길에 대한 서울시 시정여론조사(2015) 내용

구분	비율	사업 공감 이유		우선적 개선 필요사항	
공감도	96%	휴식 및 문화공간 제공(75%)		주변 정리 및 청소(62%)	
인지도	10%				
구분	점수	세부항목			점수
만족도	88점	상위	시민휴식 도움		98점
			생태환경 적절성		94점
		하위	수질의 청결성		78점
			안전시설 설치		66점

출처: 서울시(2015), 서울시 시정여론조사 도심 실개천 이용만족도 조사

이용자가 느끼는 사업의 공감도는 96%로 해당 지역에 설치된 물길의 타당성이 높으며, 물길을 타인에게 추천할지를 묻는 문항에서도 100%로 높은 상태이다. 그러나 사업 인지

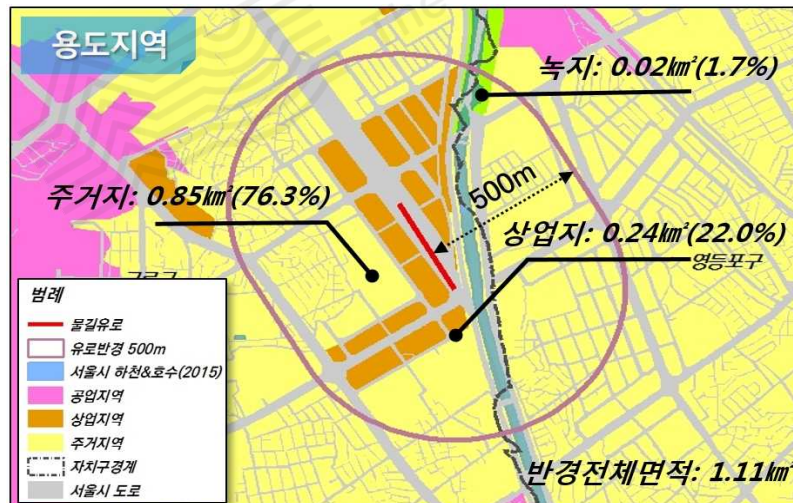
15) 만족도를 측정하기 위한 세부항목별 만족도의 평균점수임.

도가 10%로 인근 주민들은 대부분 물길의 설치를 모르는 것으로 조사되어 향후 사업홍보가 필요한 것으로 나타났다.

또한, 물길에서 우선적으로 개선되어야 하는 사항은 주변 정리 및 청소사항이며 추가적으로 설치되어야 하는 시설물은 휴식시설이다. 해당 물길이 공원에 위치하고 있으나 협소하게 휴식시설이 설치되어 있고 물길로 유입되는 비점오염원으로 인해 악취가 발생하고 있어 향후 이용 편의를 증진시켜야 한다.

(3) 주변입지 특성

구로거리공원 물길의 용도지역상 배후 지역적 입지는 [그림 4-2]와 같다. 반경¹⁶⁾ 전체면적 1.11km²를 기준으로 주거지는 0.85km²로 76.3%를 차지하고, 상업지는 0.24km²로 22.0%, 녹지는 0.02km²로 1.7%를 차지하고 있다. 주거지와 상업지가 주변에 위치하여 인근 주민과 경제활동인구가 함께 이용하고, 주변지역 중 유동인구가 가장 높은 지역이므로 비교적 많은 인구가 이용할 수 있다. 그러나 인접한 곳에 도림천이 위치해 수변공간 서비스 공급이 중복적이라는 점은 설치 입지에 다소 부적합하다.



[그림 4-2] 구로거리공원 물길의 주변 용도지역 분포

16) 물길 반경은 물길 접근 가능 거리 500m(도보 7~10분)를 기준으로 추출하였으며, 의미는 물길 접근 가능 최소거리로 해석할 수 있음.

구로거리공원 물길의 환경적 입지는 [그림 4-3]과 [그림 4-4]와 같다. 구로거리공원 물길 주변의 2015년 7~8월 한낮(오후 2~4시) 평균기온¹⁷⁾은 평균온도인 27°C 정도로 시가화 지역임에도 서울시 평균과 유사한 지역이다.



[그림 4-3] 구로거리공원 물길의 주변지역 기온분포



[그림 4-4] 구로거리공원 물길의 주변지역 불투수토양면적 분포

17) 서울시 AWS 32개 지점에서 측정된 2015년 기온데이터를 IDW 보간법(해발고도를 지리가중치로 설정)으로 추정한 기온으로 수도권으로 측정지점을 확장하지 않은 이유는 9개 물길이 AWS 32개 지점 내부에 위치하기 때문임.

주변지역의 불투수율은 81.1%(0.9km²)로, 서울시 시가지의 평균 불투수율인 77.0%보다 다소 높은 수준으로 나타났다(김영란, 2013). 그러나 주거(83%)·상업(93.6%)·주상혼합지(91.8%)의 평균 불투수율인 89.5%와 비교하면 낮은 수준이다.

(4) 물길 유지용수 및 수질관리

구로거리공원 물길의 현장특성은 [그림 4-5]와 같다. 구로거리공원의 물길은 유일하게 물길의 위치와 이용정보를 담은 표지판을 설치해 놓고 있다. 또한, 공원 내부에 물길이 설치되어 자연형으로 보행로를 잠식하지 않고 자연형으로 조성되었을 뿐만 아니라 수변 생태계가 양호하여 생태계 연결수행이 가능한 지역이다.



(1) 종합안내도



(2) 물길형태

(3) 이용안내 표지판

[그림 4-5] 구로거리공원 물길의 형태 및 시설

물길의 유지용수는 아파트에서 발생하는 유출지하수를 100% 활용하고 있으며, 매시간 30분 주기로 가동되며 가동이 중단되는 30분 동안 필요한 양의 물을 보충하는 방식으로

운영된다. 유지용수는 물길을 따라 흐르다 순환하지 않고 그대로 하수관로를 통하여 도림천으로 배출되고 있고 용수공급량이 충분하지 않고 경사가 거의 없어 유속이 느리다.

수질은 물길을 이용하는 시민이 투기하는 오염물질과 외부유입물로 인해 녹조가 빈번하게 발생하고 악취가 발생하는 등 관리가 어려운 실정이다. 과거 일정 주기별로 물길과 바닥분수의 수질을 검사하여 정보를 제공하였지만, 현재는 시행하지 않고 있다. 이를 보완하기 위해서는 물길을 관리할 수 있는 전문인력 투입이 필요하다. 현재 물길의 운영관리 예산은 부서에서 관리하는 공원예산에 편입하여 집행하고 있으나 이를 분리하여 단일예산으로 운영관리 비용 책정이 필요하다.

2) 건국대학교 물길

(1) 물길 형상 및 가동시간

건국대학교 물길은 건국대학교 입구에 설치된 바닥분수와 벽천으로 구성되어 있다. 다른 물길과는 다르게 물이 흐르는 유로보다는 수경시설 형태로 조성되었다. 물길 우측은 건국대학교가 위치하며 학교 대지 이외 지역은 대부분 주거지에 해당한다. 바닥분수와 벽천 외에도 수경시설을 감상할 수 있는 스탠드가 있으며, 종종 시설 부근에서 문화행사를 개최하고 있다. 물길의 유지용수는 수도물을 활용하고 있어 본래 사업취지에 부합되지 않는다([그림 4-6]).



[그림 4-6] 건국대학교 물길의 위치 및 유로특성

(2) 주민 이용만족도

2015년 서울시 시정여론조사 결과 건국대학교 물길 만족도는 평균 84.4점으로 나타났다. 세부 문항 중 실개천 폭의 적절성과 수경시설 설치 및 수량 적절성이 모두 96점으로 만족도가 가장 높다. 이와 반대로 자연 생태성 회복은 66점, 자연 친화성이 52점으로 만족도가 낮게 나타났다. 이는 조성된 물길의 위치와 설치 특성상 자연형 물길조성이 어려워 환경친화적 부문이 부족하며, 개선사항은 조경시설로서 주변의 경관을 고려한 물길조성이 요구되고 있다.

[표 4-2] 건국대학교 물길에 대한 서울시 시정여론조사(2015) 내용

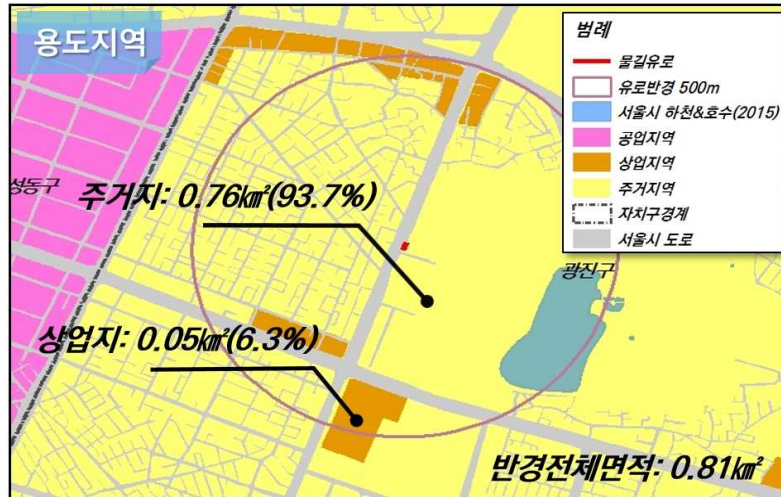
구분	비율	사업 공감 이유		우선적 개선 필요항목	
공감도	90%	휴식 및 문화공간 제공(64%)		수질관리(48%)	
인지도	12%				
구분	점수	세부항목			점수
만족도	88점	상위	실개천의 폭 적절성		96점
			수경시설 위치 및 수량		96점
		하위	수질의 청결성		78점
			안전시설 설치		66점

출처: 서울시(2015), 서울시 시정여론조사 도심 실개천 이용만족도 조사

이용자는 대체로 건국대학교 물길에 대해서 90% 정도 공감하고 있다. 물길 주변 300m에 일감호가 있지만, 학교 내부에 설치되어 있어 일반인의 접근이 다소 제한적이므로 물길사업의 필요성과 타당성에 대해서 공감하고 있다. 그러나 사업 공감도가 12%로 매우 낮아 물길조성사업의 효과성 증대를 위해서는 적절한 홍보방안이 필요하다.

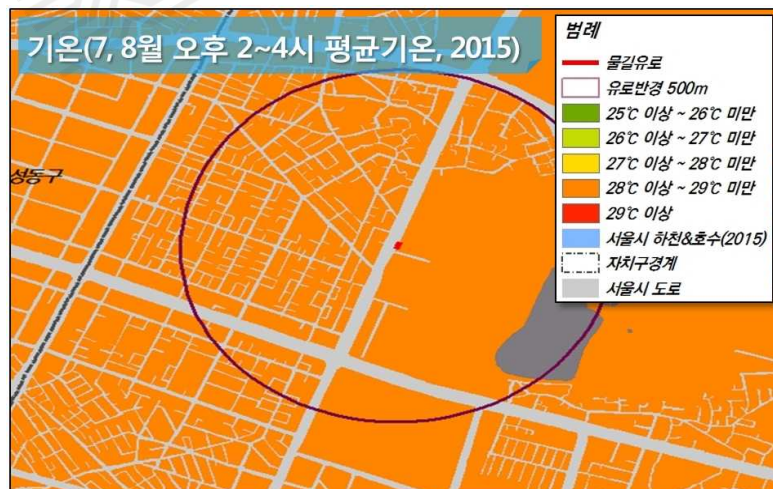
(3) 주변입지 특성

건국대학교 물길의 반경 전체면적은 0.81km²로 주변지역은 일부 상업지역을 제외하고 대부분 주거지역이다. 학교를 둘러싸고 있는 주거지역은 준주거지역으로 대학교 상권을 형성하고 있어 사실상 주거·상업 혼용지로 구성되어 있다([그림 4-7]). 영향반경 내 주거지는 93.7%(0.76km²)를 차지하고, 상업지는 6.3%(0.05km²)이다. 반경 300m 이내에 지하철역사 2개소가 위치하는 등 교통 접근성이 양호하다는 장점이 있다. 그러나 영향반경 내에 기존 수변공간 서비스를 제공했던 일감호수가 위치한다는 점에서 사업 타당성이 낮다.



[그림 4-7] 건국대학교 물길의 주변 용도지역 분포

건국대학교 물길의 2015년 7~8월 한낮 평균기온은 28~29℃로 서울시 평균온도보다 다소 높은 기온분포를 나타낸다([그림 4-8]). 또한, 영향반경 내 토지의 불투수율은 74.1%(0.60km²)로 서울시 시가화 지역의 평균 불투수율인 77%보다 낮다([그림 4-9]). 이는 건국대학교 용지의 불투수율이 낮고 녹화공간이 비교적 잘 조성되어 있기 때문이다. 그러나 학교를 제외한 대다수 토지는 불투수율이 95% 이상을 나타내고 있다.



[그림 4-8] 건국대학교 물길의 주변지역 기온분포



[그림 4-9] 건국대학교 물길의 주변지역 불투수토양면적 분포

(4) 물길 유지용수 및 수질관리

건국대학교 물길은 실개천보다는 분수벽천 형태의 수경시설로 조성되었다. 그러므로 물이 상시 흐르는 것이 아니므로 열섬현상 저감과 같은 효과성을 기대하기 어렵다.



[그림 4-10] 건국대학교 물길의 모습 및 시설

건국대학교 물길은 최초 물길조성사업의 일환으로 추진되었지만 ‘학교 공원화 사업’과 병행되면서 수경시설로 조성되었다. 용수는 수도물을 활용하고 있고 순환 없이 하수관으로 방류하고 있다. 물길의 형태가 아닌 수경시설로서 물길대상에서 제외할 필요가 있다.

3) 국민대학교 물길

(1) 물길 형상 및 가동시간

국민대학교 물길은 성북구 정릉동 국민대학교 정문에 총연장 0.2km, 하폭 0.5m로 설치되어 있다. 물길 주변에 국민대학교 이외 창덕초등학교와 고대부속고등학교와 같은 교육시설이 위치하며 내부순환로에 인접한 인도에 물길이 위치한다(그림 4-11). 가동 기간은 5월에서 10월까지이며, 분수가동시간에 맞추어 물길을 운영하고 있다.



[그림 4-11] 국민대학교 물길의 위치 및 유로특성

(2) 주민 이용만족도

2015년 서울시 시정여론조사에 의하면 평균 만족도는 64점으로 모든 물길 평균 만족도인 71점보다 낮은 수준이었다. 이용자는 시설의 운영상태에는 대체로 만족하지만, 이용 편의성이 낮음을 지적하고 있다. 주변 정리정돈 상태(94점)와 수질 청결성(90점)이 세부 만족도 문항 중 가장 높은 항목이었다. 반면 가장 낮은 점수를 기록한 항목은 휴식공간설치 적절성(48점)과 안전시설 적절성(42점)으로 절반에도 미치지 못하는 만족도를 보였다.

국민대학교 물길에 대한 사업 공감도는 82%로 전체평균 87%보다 낮은 수준이었다. 국민대학교 물길조성사업의 공감 이유로 쾌적한 도시환경을 조성한다는 의견(39%)을 들었으며, 공감하지 못하는 이유는 불필요한 예산 낭비(43%)라는 의견을 제시하였다. 사업

인지도는 34%이며 전체평균 32%보다 낮은 편이다.

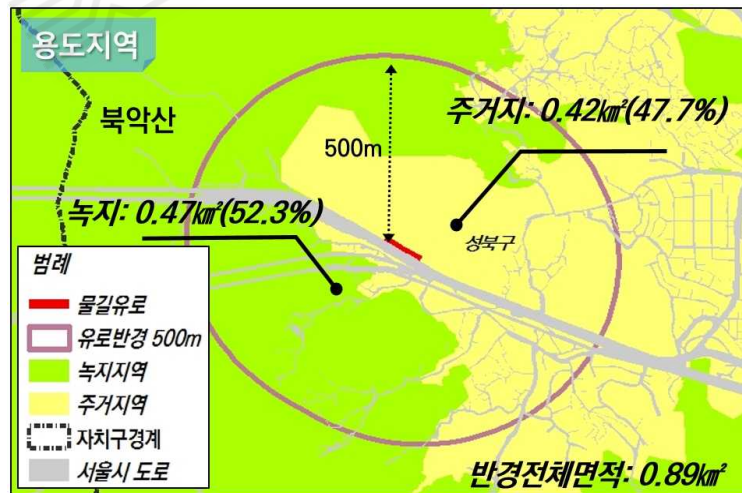
[표 4-3] 국민대학교 물길에 대한 서울시 시정여론조사(2015) 내용

구분	비율	사업 공감 이유		우선적 개선 필요항목	
공감도	82%	휴식 및 문화공간 제공(51%)		수질관리(72%)	
인지도	34%				
구분	점수	세부항목			점수
만족도	64점	상위	주변 정리정돈 상태		94점
			수질 청결성		90점
		하위	휴식공간 설치 적절성		48점
			안전시설 적절성		42점

출처: 서울시(2015), 서울시 시정여론조사 도심 실개천 이용만족도 조사

(3) 주변입지 특성

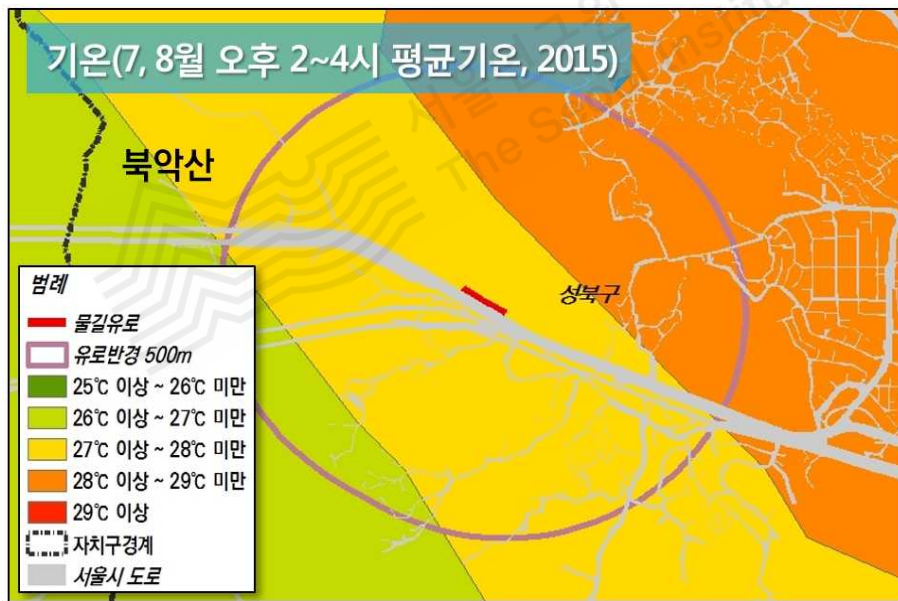
국민대학교 물길의 용도지역상 지역적 입지는 [그림 4-12]와 같다. 반경 전체면적 0.89km²로 주거지 47.7%(0.42km²)와 녹지 52.3%(0.47km²)로 구성되어 있다. 기존 물길과는 다르게 녹지지역 비중이 높고 주거지 비율이 낮다는 차이점이 있다. 해당 지역이 북악산자락이며, 개발제한구역으로 시가화되기 어려운 조건을 갖고 있다.



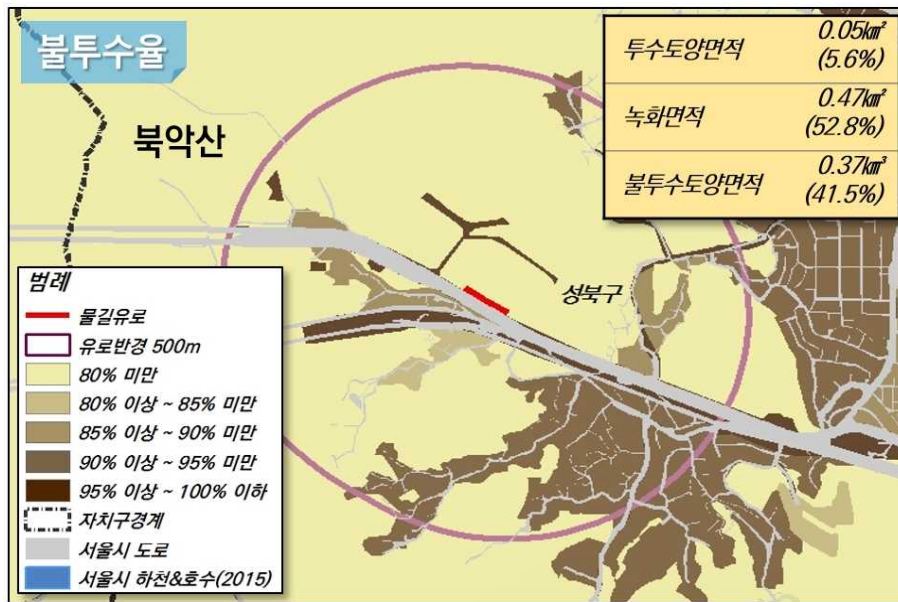
[그림 4-12] 국민대학교 물길의 주변 용도지역 분포

물길 우측으로는 주거지가 형성되어 있지만, 주요 간선도로인 내부순환로가 위치해 보행 공간이 거의 없고 유동인구 비율이 낮은 지역에 해당한다. 또한, 1km 이내에 청수천이 위치해 수변공간 서비스 혜택공급이 중복되는 지역이다. 따라서 입지적으로는 물길 설치의 효과성이 낮은 한계성을 가진다.

기온과 불투수율을 토대로 환경적 입지를 추정한 지형도는 [그림 4-13]과 [그림 4-14]와 같다. 물길 반경 500m 내부 기온은 물길을 중심으로 좌측과 우측의 기온이 2°C 이상 차이가 발생한다. 북악산이 위치한 물길 좌측은 27°C를 넘지 않는 지역으로 비교적 기온이 낮은 곳이다. 반대로 물길 우측은 일부 시가지화된 지역으로 28°C 이상의 기온분포를 보인다. 불투수율 역시 녹화면적 비율이 약 53%이며, 투수토양 면적이 58%로 9개 물길 중 2번째로 높다. 서울시 녹지(오픈스페이스)와 시가지의 경계선에 위치하여 시가지 평균 불투수율인 77%의 1/2 수준이다.



[그림 4-13] 국민대학교 물길의 주변지역 기온분포

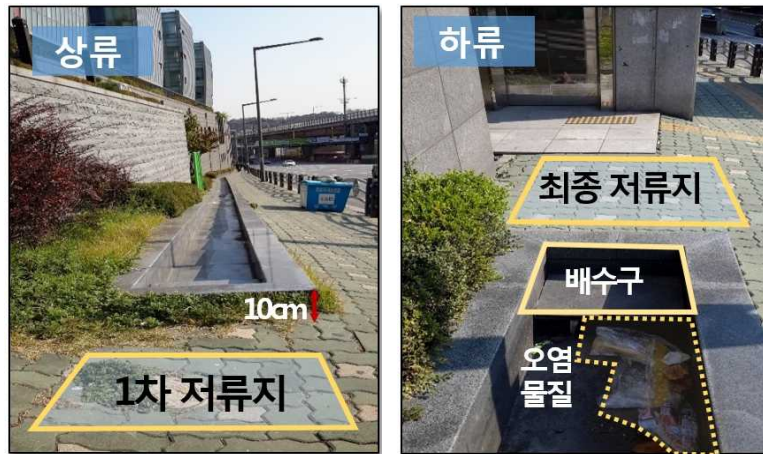


[그림 4-14] 국민대학교 물길의 주변지역 불투수토양면적 분포

(4) 물길 유지용수 및 수질관리

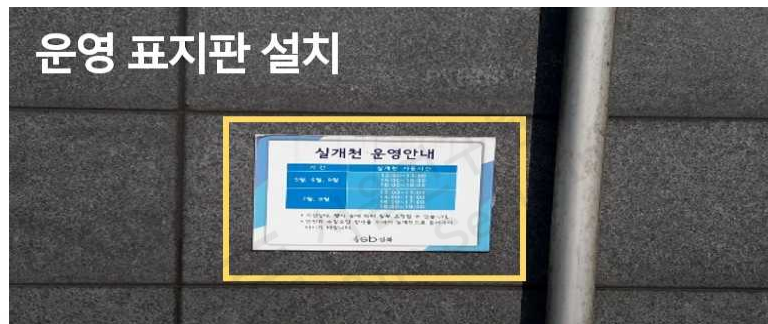
국민대학교 물길은 광장에서 운영되는 바닥분수에서 사용된 물과 수돗물을 공급하여 운영되는 물길이다. 유로의 경사도가 높아 유속이 빠르게 유지됨에 따라 녹조가 발생하지 않고 수질을 일정하게 유지할 수 있다. 물길에 공급된 용수는 하류 저류조에서 펌프를 가동하여 다시 물길 상류로 공급하게 된다. 수돗물을 사용한다는 점은 사업의 본래 목적에 부합하지 않지만 공급된 용수를 재사용한다는 점은 제한적으로나마 사업의 본래 목적에 부합한다.

물길 유로에 공급된 용수가 남아있는 기간이 짧아 유로를 따라 흐르는 물을 볼 수 있는 기간 역시 짧다. 또한, 위치적으로 유동인구가 적고 보행환경이 열악해 사실상 인근 주민이 물길을 이용하기 어려운 지역이고 방지막이 낮아 우수와 함께 외부오염물질이 유입되어 수질이 오염될 우려가 있다. 또한, 물길이 인도에 설치되어 보행로를 잠식해 안전상의 고려가 미흡하다([그림 4-15]).



(1) 물길 상류 시설

(2) 물길 하류 시설



(3) 물길 운영 표지판

[그림 4-15] 국민대학교 물길의 모습 및 시설

4) 남부순환로(방이역) 물길

(1) 물길 형상 및 가동시간

남부순환로(방이역) 물길은 송파구 방이역 인도변 선형 공원용지(방이동 44-1 등)에 조성되어 있다. 물길은 벽천으로부터 시작하여 상류구간은 곡선형(자연형)으로 조성되어 있으며, 방이역 부근 중류-하류구간은 직선형(인공형)으로 조성되었다([그림 4-16]).

물길의 총연장은 1.5km, 하폭 0.3~0.8m이다. 유지용수는 방이역에서 발생하는 유출지하수를 일평균 320m³만큼 공급받는다. 간절기를 포함한 여름철(5~10월) 동안 가동되며, 24시간 유로를 따라 물이 흐르고 있다.



[그림 4-16] 남부순환로 물길의 위치 및 유로특성

(2) 주민 이용만족도

서울시 시정여론조사(2015) 결과에 따르면 평균 만족도는 92점으로 전체 물길 평균 만족도인 71점보다 높은 수준이다. 이용자는 물길 주변에 설치된 휴식공간과 운영관리 상태에 만족하는 것으로 조사되었다. 만족도 관련 세부항목 중 ‘시민휴식 도움’이 만점(100점)으로 가장 높았으며 주변 정리정돈 상태 적절성(96점), 수질의 청결성(96점), 조경시설 관리 상태(96점), 각종 시설물 유지·보수 적절성(96점)에서 모두 높은 만족도를 보였다.

물길조성사업에 대한 공감도는 94%로 구로거리공원 물길(96%)과 태릉역 물길(96%), 남산공원 물길(95%) 다음으로 높았다. 이용자가 꼽은 사업 공감 이유는 시민들에게 휴식 및 문화공간 제공(72.3%)이 많았다. 사업 인지도는 50%로 9개 물길 중 대학로 물길(52%) 다음으로 높게 나타났다. 남부순환로 물길 이용자는 모두(100%) 지인에게 물길이용을 추천하겠다고 응답해 상당히 높은 수준에서 물길 설치에 공감하고 만족하는 것으로 나타났다. 다만 개선사항으로 물때 및 수질관리(48%)가 필요한 것으로 나타나 이를 위한 개선이 필요하다.

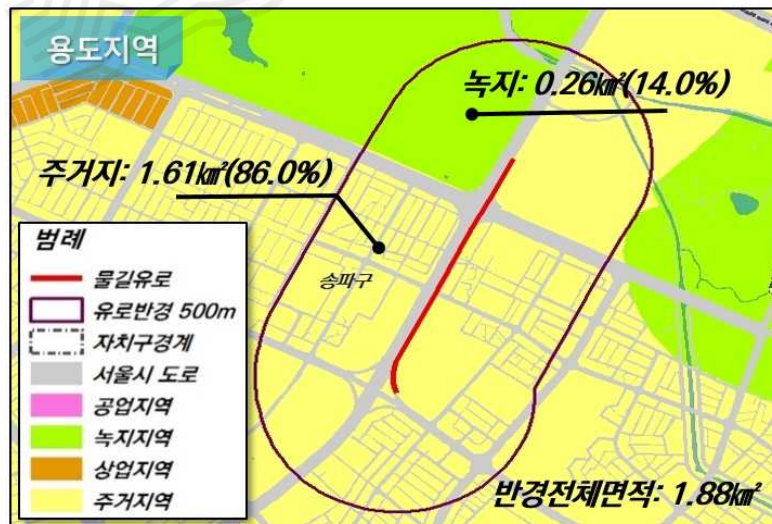
[표 4-4] 남부순환로 물길에 대한 서울시 시정여론조사(2015) 내용

구분	비율	사업 공감 이유		우선적 개선 필요항목	
공감도	94%	휴식 및 문화공간 제공(72%)		수질관리(48%)	
인지도	50%				
구분	점수	세부항목			점수
만족도	92점	상위	시민휴식 만족		100점
			주변 정리정돈 상태		96점
			수질 청결성		96점
			조경시설관리		96점
			각종 시설물 유지·보수 적절성		96점
		하위	안전시설 설치 적절성		84점
			자연친화적 설치 공감성		82점

출처: 서울시(2015), 서울시 시정여론조사 도심 실개천 이용만족도 조사

(3) 주변입지 특성

남부순환로 물길 중앙은 지하철 방이역이 위치하며, 북측에는 올림픽공원이 위치하고 주변에는 대형 주거단지가 조성되어 있다. 용도지역상 지역적 입지는 다음과 같다([그림 4-17]). 물길 반경 전체면적은 1.88km²이다. 주변지역은 대부분 주거지역으로 반경 면적의 86%(1.61km²)가 주거지역으로 지정되어 있다. 나머지는 녹지지역으로 14%(0.26km²)를 차지하고 있다.



[그림 4-17] 남부순환로 물길의 주변 용도지역 분포

상류는 일반주거지역으로 지역주민이 대중교통을 이용하기 위해 지나가는 보행로이며 중·하류 지역은 준주거지역으로 일부 상업시설을 포함하고 있다. 따라서 상류구간은 유동인구가 적지만, 방이역이 위치하는 중·하류 구간은 유동인구 많아 사업 효과성이 극대화될 수 있는 지역이다. 일부 올림픽공원을 방문한 외지인이 이용할 가능성이 있지만 대체로 지역주민이 주 이용자라고 할 수 있다. 다만, 물길의 북동쪽에는 성내천(지방 2급 하천)이 위치하며 북서쪽에는 몽촌호가 위치해 수변공간 서비스가 중복된다는 한계성이 있다.

물길을 둘러싼 하절기 한낮 기온분포를 살펴보면 물길을 중심으로 우측 주거지 부근은 서울시 평균기온(27℃)과 비슷한 기온분포를 보인다. 그러나 대체로 서울시 평균기온보다 높은 28℃ 이상의 기온분포를 보여 열환경을 개선하기 위한 공공서비스 공급이 필요한 지역에 해당한다([그림 4-18]). 물길 반경 내 불투수율은 74.5%(1.40km²)로 서울시 시가화 지역 평균 불투수율 77%와 비슷한 수준이다([그림 4-19]). 시가화 지역임에도 녹지지역과 공원과 같은 녹화공간을 다수 포함하고 있어 비교적 불투수율이 높지 않은 지역이다. 남부순환로 물길은 열환경 개선 외에도 올림픽공원·성내천과 주거지역을 연결하는 생태연결 기능을 함께 수행할 수 있다.



[그림 4-18] 남부순환로 물길의 주변지역 기온분포



[그림 4-19] 남부순환로 물길의 주변지역 불투수도양면적 분포

(4) 물길 유지용수 및 수질관리

남부순환로 물길의 현장특성은 [그림 4-20]과 같다. 유동인구가 적은 상류구간은 자연형의 물길형태이며, 수중 및 수변 식생이 조성되어 있다. 유동인구가 많은 중·하류구간은 인공형으로 조성되어 있다. 하류 수심은 약 0.2~0.3m이며 하폭은 0.7m로 균일하다. 물길의 상류는 자연 경사가 완만해 비교적 유속이 빠르고 수질이 양호하다. 중류구간부터는 경사가 거의 없어 유속이 느려지고 인근 아파트 우수관으로부터 우수가 유입되어 수질이 안정적이지 않다. 물길 유지용수는 하류에서 상내천으로 방류된다.

물길 구간에는 식생 및 물길운영 정보를 안내판 형태로 제공하고 있다. 현재 주 1회 송파구 보건소에서 물길 용수의 수질검사를 시행하고 있으며, 2017년부터는 매일 1회 수질검사를 시행해 수질 정보를 이용자에게 공개할 예정이다. 물길의 운영관리는 송파구 시설관리공단에서 담당하고 있으며, 예산은 송파구 공원녹지과에서 편성하여 관리한다. 다른 물길과 같이 주무부서에서 관리 중인 공원예산에 편입해 운영·관리 중이다.



[그림 4-20] 남부순환로 물길의 모습 및 시설

5) 남산공원 물길

(1) 물길 형상 및 가동시간

남산공원 물길은 남산공원 안에 설치되어 있으며 중구 예장동 한옥지구로부터 서울시 중구 장충동 장충지구까지 긴 구간에 조성되었다. 총연장 2.5km로 9개 물길 중 연장이 가장 길게 조성되었으며, 하폭 0.3~2m로 실개천, 연못, 벽천 등 다양한 수경시설을 거치는 자연형 물길이다(그림 4-21).

한옥지구 물길은 남산공원 보행로 서울시청 남산 제1별관에서부터 시작해 남산의 서쪽으로 흐르는 물길로 반경 500m 이내에 충무로역과 명동역이 위치한다. 장충지구는 국립극장 주변부에 설치된 물길로 한옥지구와 마찬가지로 남산공원 보행로에 설치되어 있다.



[그림 4-21] 남산공원 물길의 위치 및 유로특성

(2) 주민 이용만족도

서울시 시정여론조사(2015) 남산공원 물길의 평균 만족도는 91점으로 전체 물길 평균보다 20점이 높다. 세부 문항별로는 휴식공간 설치 적정성이 75점으로 가장 낮았는데 이 문항을 제외하면 나머지 문항의 만족도가 85점 이상으로 높게 나타났다. 남산공원 물길 이용자는 대체로 휴식 및 시설의 운영관리 상태에 높은 만족도를 보이는 것으로 조사되었다([표 2-5]). 또한, 자연 친화적 수변공간의 만족도 역시 91점으로 높아 산지이자 녹지에 흐르는 물길에 대한 공감대가 형성되어 있다.

사업 공감도는 95%로 휴식과 문화공간을 제공한다는 점에서 사업 필요성을 공감하고 있었으나 인지도가 35% 수준(전체 물길 평균 32%)으로 낮다. 서울시 물길에서 공통으로 나타나는 현상이지만 물길조성사업(서울시 도심 살개천 조성사업)에 대한 홍보와 관련 내용의 전달이 필요하다.

이용자는 우선적으로 개선이 필요한 사항을 51%의 비율로 편의시설 관리라고 제시하였다. 다른 물길과는 달리 단절된 공간에 물길이 조성되어 있으므로 물길을 이용하는 시민이 사용할 수 있는 화장실, 음수대 등의 편의시설 확충이 필요하다.

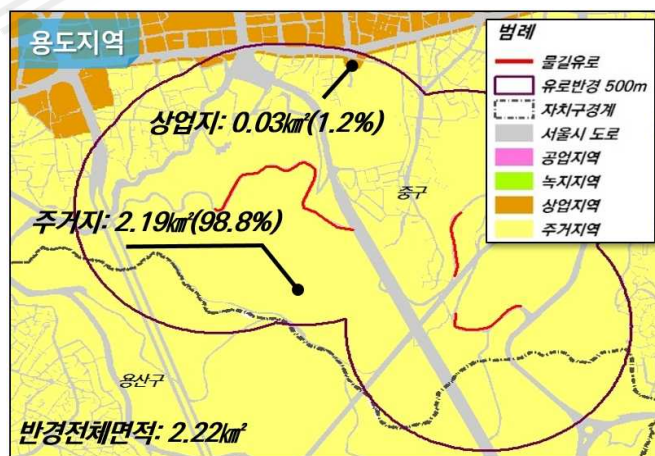
[표 4-5] 남산공원 물길에 대한 서울시 시정여론조사(2015) 내용

구분	비율	사업 공감 이유		우선적 개선 필요항목	
공감도	95%	휴식 및 문화공간 제공(63%)		편의시설 관리(51%)	
인지도	35%				
구분	점수	세부항목			점수
만족도	91점	상위	시민휴식 만족		99점
			주변 정리정돈 상태		97점
			수질 청결성		97점
		하위	실개천 폭 적절성		87점
			휴식공간 설치 적절성		75점

출처: 서울시(2015), 서울시 시정여론조사 도심 실개천 이용만족도 조사

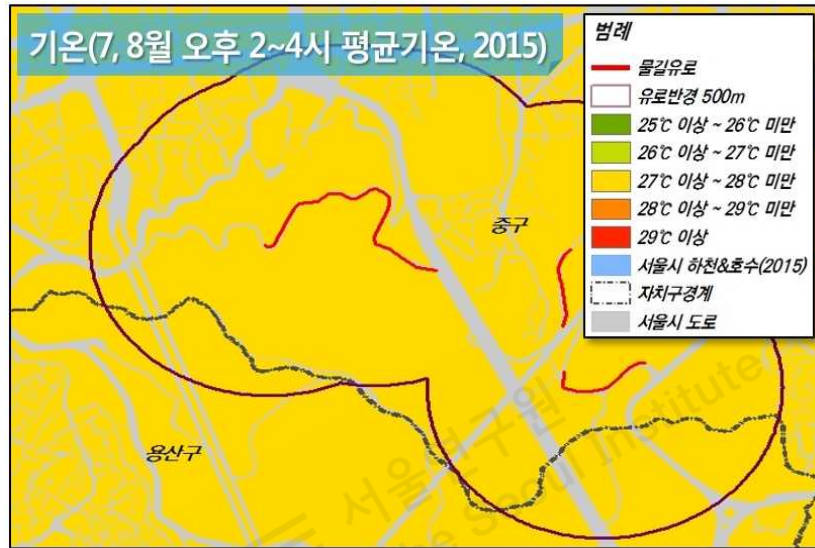
(3) 주변입지 특성

남산공원 물길 주변 용도지역은 [그림 4-22]와 같다. 반경 전체면적 2.22km² 중 주거지역 비율이 약 99%(2.19km²)로 대부분을 구성하고 있으며, 일부 역세권 상업지역을 포함하고 있다(0.03km², 1%). 물길이 조성된 남산공원은 도시자연공원으로 관리되고 있으며, 서울시 대표 랜드마크인 서울 N 타워(구 남산타워)가 위치한다. 또한, 국립극장, 남산 한옥마을 등 다양한 문화시설이 위치한다. 주변에 4개 지하철역(회현역·명동역·충무로역·동대입구역)이 있어 방문객이 많은 공원 중의 하나이다.



[그림 4-22] 남산공원 물길의 주변 용도지역 분포

환경적 입지는 2015년 하절기 한낮 평균기온은 27℃로 서울시 평균기온과 비슷한 수준의 기온 분포가 확인된다(그림 4-23). 남산공원은 대규모 도시자연공원이므로 녹화율이 높고 건물 밀도가 낮아 기온과 열환경을 악화시키는 부정적 요소가 거의 없는 지역이다. 더욱이 일부 주거지를 제외하고는 대부분 녹화된 토지이므로 투수토양층이 넓게 분포하고 있다(그림 4-24).



[그림 4-23] 남산공원 물길의 주변지역 기온분포



[그림 4-24] 남산공원 물길의 주변지역 불투수토양면적 분포

(4) 물길 유지용수 및 수질관리

남산공원 물길은 남산을 관리하는 중부공원 녹지사업소에서 관리하고 있으며, 가동 기간 유로에 유입된 오염물질 및 녹조를 제거하기 위한 노력을 병행하고 있다. 또한, 유지용수의 공급현황과 유량을 모니터링하기 위해 종합통제실에 TMS(Tele-Monitoring System)를 활용하고 있다. 유로에 공급된 용수는 재처리하여 다시 유로에 공급하는 물순환 시스템을 갖추고 있다.

유지용수는 명동역과 충무로역의 유출지하수와 빗물저류조의 우수를 활용하고 있으며, 3~11월까지 물길을 운영하기 때문에 거리공원과 마찬가지로 수자원을 재이용하는 특성을 갖는다. 물길은 공원 내 보행로변에 설치되어 있으며 풍부한 수변공간과 넓은 보행로가 조성되어 있다.

물길에 공급된 용수가 표층으로 스며드는 것을 막기 위해 합성고무 재질의 차수 시트를 설치하고 그 위에 자갈과 모래, 흙을 덮는 구조이다. 그러나 경사도가 높아 기본적으로 유속이 빠르고 우천 시 우수가 유입되어 유량이 증가하면 유속이 더욱 증가해 토양 침식과 유실이 급격하게 진행되었다. 차수 시트가 제 기능을 하지 못해 유량을 유지하기 위해서는 기존보다 더 많은 양의 용수공급이 필요하고 미관상 좋지 않다.

남산공원은 주로 남산 둘레길 방문객들이 주요 이용자로서 물길 이외에도 폭포, 연못 등 다양한 수경시설이 조성되어 있다는 특징이 있다([그림 4-25]). 물길변 보행로에는 300~500m 구간마다 벤치나 정자 등 휴식공간이 위치하여 있다. 보행로는 목재데크가 설치되어 자연친화적 경관을 유지하고 있다. 물길 역시 자연형으로 조성하여 수변 및 수중 식생이 조성되었다.



(1) 물길 주변 휴식공간



(2) 물길 수변과 하상의 토양유실 상태

[그림 4-25] 남산공원 물길의 모습 및 시설

6) 대학로 물길

(1) 물길 형상 및 가동시간

서울 종로구 혜화동 혜화역에 있는 대학로 물길은 혜화동 로터리부터 방송통신대 앞까지 설치된 인공형 물길이다. 물길은 곡선형으로 다양한 수경시설을 거치는 캐스케이드 형으로 조성되었다. 총연장은 1.1km, 하폭은 0.3~0.5m이다. 물길의 유지용수는 혜화역에서 발생하는 유출지하수를 활용하여 매년 4~10월까지 가동되고 있으나 현재는 보수공사로 인해 가동되지 않고 있다([그림 4-26]).

(2) 주민 이용만족도

서울시 시정여론조사(2015) 결과 대학로 물길 평균 만족도는 47점으로 최하위이다. 세부 문항에서 휴식공간 설치 적절성(80점)을 제외하고 모든 문항의 만족도가 65점 미만으로 주변 환경, 수질, 물길의 인공미 등에서 만족하지 못하였다. 특히, 물길 주변 정리정돈 상태는 24점, 수질의 청결성은 15점으로 가장 낮게 나타났다. 이용자는 대학로 물길조성사업에 대해 대체로 공감(84%)하고 있었고 인지도도 52%로 모든 물길 중 가장 높았다. 또한, 이용자의 88%는 물길 주변 정리 및 청소 등 환경관리가 필요하다고 하였으며, 우선 확대 시설물은 조경시설이 제시되었다.



[그림 4-26] 대학로 물길의 위치 및 유로특성

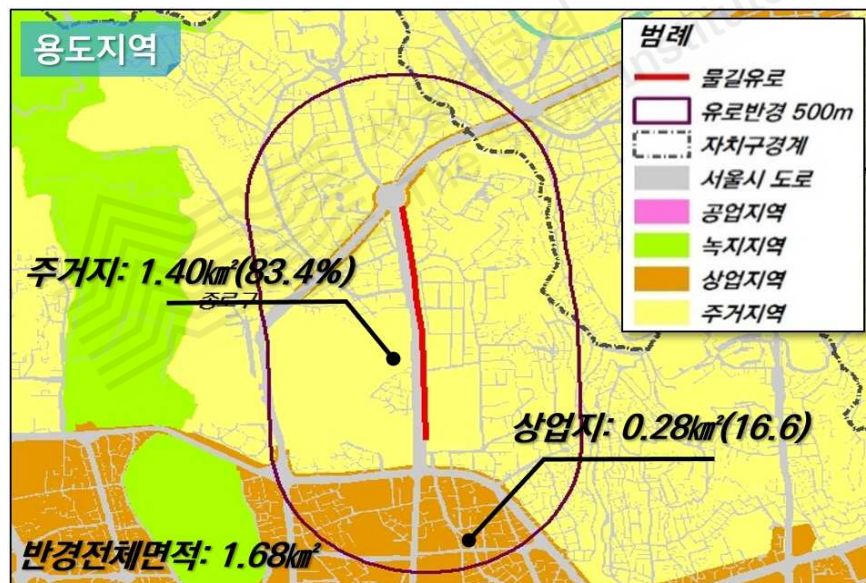
[표 4-6] 대학로 물길에 대한 서울시 시정여론조사(2015) 내용

구분	비율	사업 공감 이유		우선적 개선 필요항목	
공감도	84%	휴식 및 문화공간 제공(39%)		물길 주변 환경관리(88%)	
인지도	52%				
구분	점수	세부항목			점수
만족도	46점	상위	휴식공간의 적절성		80점
			시민휴식 도움		64점
		하위	주변 정리정돈 상태		24점
			수질의 청결성		15점

출처: 서울시(2015), 서울시 시정여론조사 도심 실개천 이용만족도 조사

(3) 주변입지 특성

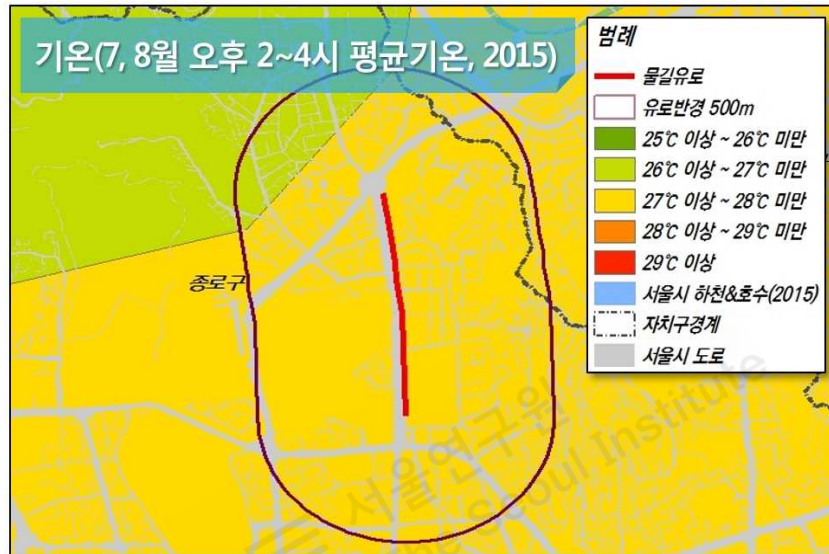
대학로 물길 주변 용도지역 및 환경적 입지는 [그림 4-27]과 같다. 물길 반경 전체면적은 1.68km^2 로 83%가 주거지역(1.40km^2)이고 그 외에는 상업지역(0.28km^2 , 16.6%)으로 토지 용도가 지정되었다. 물길은 혜화역과 연결된 인도에 설치되어 있는데 인도와 인접한 대지는 준주거지역으로 지정되어 다양한 상업시설의 입지가 가능하다. 더욱이 해당 지역은 서울시에서 유동인구 비율이 높은 지역에 해당한다. 물길은 혜화역과 인접해 있어 유출되는 지하수를 공급받기 원활한 입지조건을 갖는다. 물길의 좌측은 서울시 중심업무지구(CBD) 부근으로 창경궁·종묘가, 우측에는 마로니에 공원·대학로 소극장과 같은 문화재와 문화 시설이 있다. 이외에도 서울대학교 병원, 방송통신대학교, 홍익대학교 대학로 캠퍼스 등 유동인구가 많은 시설이 위치하고 있다. 다만 하루 800m 이내에 청계천 상류구간이 있어 수변공간 서비스 공급이 중복된다.



[그림 4-27] 대학로 물길의 주변 용도지역 분포

물길 반경 내 기온(하절기 한낮 평균기온)은 $26\sim 27^{\circ}\text{C}$ 로 서울시 평균기온보다 낮게 나타났다([그림 4-28]). 특히 평균 이하의 기온분포지역은 창경궁과 같은 문화재가 위치해 도시활동이 제한된 지역이었다. 또한, 건물 밀도가 높지만, 고층화되지 않고 녹화지역이 비교적

양호하게 조성됨에 따라 바람길이 형성되어 기온이 낮다. 물길 반경 전체면적의 불투수율은 76.2%(1.28km²)로 서울시 시가지 평균 불투수율인 77%와 유사하다([그림 4-29]). 녹화면적은 16%, 투수율은 8.9%로 총면적의 1/4(0.4km²)은 투수토양층이다. 주변지역의 사회·경제적 입지조건상 물길조성 효과성이 높지만, 환경적 입지조건은 사업 필요성은 낮다.



[그림 4-28] 대학로 물길의 주변지역 기온분포



[그림 4-29] 대학로 물길의 주변지역 불투수토양면적 분포

(4) 물길 유지용수 및 수질관리

대학로 물길은 혜화역에 접속한 인도에 설치되어 있다. 유동인구 비율이 높아 보행자의 안전을 고려하여 물길은 강화아크릴판으로 덮여 있다. 기온이 높은 날은 증발산된 용수가 아크릴 벽에 붙어 흐르는 물을 욕안으로 볼 수 없으며, 보행로에 불법 노점들이 위치해 물길 대부분이 가려져 있다([그림 4-30]).



[그림 4-30] 대학로 물길의 모습 및 시설

물길은 최초 혜화동 로터리에 있는 분수(벽처)로부터 시작된다. 바닥 유로와 벽천과 연못 등을 거쳐 저류지로 배출된다. 대학로 물길은 지금은 복개되어 사라진 홍덕동천을 현대적인 건축양식으로 복원하는 목적을 검하고 있다. 이와 같은 목적을 연못과 유로에 동판 형태로 부착해 제공하고 있으나 보행로가 복잡해 확인하기 어려운 단점이 있다.

물길은 인공형으로 조성되어 자정 능력이 없고 외부의 오염원이 유입되기 쉬운 형태로 되어 있어 가동 기간에 기온이 높은 시기에는 녹조와 악취가 지속되었다. 이는 서울시 시정 여론조사(2015) 결과와 맥락을 같이 한다. 이와 같은 수질 문제를 해결하기 위해 오염물질 거름장치와 활성탄 등을 활용하고 있고 청소관리 인력을 투입하여 매일 1회 물길에 유입된 오염물질을 제거하는 작업을 병행하고 있었다.

현재 물길의 관리는 마로니에 공원을 관리하는 주무부서에서 담당하고 있으며, 다른 물길과 마찬가지로 공원관리 예산에 편입하여 운영관리 비용을 지출하고 있었다.

7) 독섬역 물길

(1) 물길 형상 및 가동시간

독섬역 물길은 서울 성동구 성동고가철도 하부에 조성되었으며, 총연장 0.1km, 하폭 0.7~2m로 조성되었다([그림 4-31]). 주변에는 독섬역(지상), 성동교, 동부간선도로가 위치하며, 용수는 수도물을 공급받아 5~10월에 가동되고 있다.



[그림 4-31] 독섬역 물길의 위치 및 유로특성

서울시 시정여론조사 결과 독섬역 평균 만족도는 47점으로 최하위인 대학로 물길과 비슷한 수준으로 조사되었다. 물길에 설치된 휴식공간과 관련하여 만족도가 높지만, 물길의 인공적 형태, 정리상태, 수질, 안전성 등 대부분 항목에서 평균 이하의 만족도를 보였다.

특히 주변 정리정돈 상태는 6점, 수질의 청결성은 0점으로 매우 불만족해 이를 개선하기 위한 노력이 시급하다.

(2) 주민 이용만족도

이용자가 인식하는 사업의 공감도는 62점으로 전체 물길 중 공감도가 가장 낮았다. 사업 취지를 공감하는 이유는 쾌적한 도시환경 조성(55%)을 가장 많이 꼽고 있었으며, 비공감하는 이유로 물길 관리의 어려움(74%)을 꼽았다. 독섬역 물길의 우선 개선사항으로 물길 주변 정리 및 청소 등 환경관리가 98%로 만족도와 개선 필요사항이 일관되게 나타났다.

【표 4-7】 독섬역 물길에 대한 서울시 시정여론조사(2015) 내용

구분	비율	사업 공감 이유		우선적 개선 필요항목
공감도	62%	쾌적한 도시환경 조성(55%)		물길 주변 환경관리(98%)
인지도	30%			
구분	점수	세부항목		점수
만족도	46점	상위	휴식공간의 적절성	100점
			실개천 폭 적절성	70점
		하위	주변 정리정돈 상태	6점
			수질의 청결성	0점

출처: 서울시(2015), 서울시 시정여론조사 도심 실개천 이용만족도 조사

(3) 주변입지 특성

독섬역 물길의 용도지역상 지역적 입지는 [그림 4-32]와 같다. 물길 반경 전체면적은 1.02 km^2 로 녹지지역 37%(0.37 km^2), 공업지역 32%(0.33 km^2), 주거지역 28%(0.28 km^2), 상업지역 4%(0.04 km^2)로 다양한 토지 용도가 혼재되어 있다. 물길이 위치한 인도는 공업지역(준공업지역)¹⁸⁾과 접속되어 있어 쾌적한 도시환경을 위해 물길조성사업이 필요한 지역이다.

그러나 물길 반경 내 국가하천인 중랑천이 위치하여 수변공간 서비스가 중복되며, 보행로 끝 지점으로 유동인구가 적어 물길조성의 효과성이 낮은 지역이다. 또한, 가장 가까운 지

18) 성수동 공업지역은 준공업지역으로 주로 판금, 제지, 인쇄, 가죽, 염색 등의 제조업이 밀집되어 있음.

하철역사인 독섬역은 지상구간이므로 유출지하수가 발생하지 않아 유지용수 공급이 어려운 지역이다.



[그림 4-32] 독섬역 물길의 주변 용도지역 분포

독섬역 물길 주변의 하절기 한낮 기온분포는 28°C 로 서울시 평균기온보다 약 1°C 정도 높아 환경적 여건을 고려하였을 때 주변의 미기후 현상을 완화하기 위한 물길조성사업이 필요한 지역이다. 더욱이 주변 공업지의 생산활동에 의한 환경부하 발생이 예상되어 환경적 타당성은 높은 지역으로 구분할 수 있다([그림 4-33]).



[그림 4-33] 독섬역 물길의 주변지역 기온분포

주변지역의 불투수율은 69%(0.7km²)로 서울시 시가화지역 불투수율보다 약 10% 정도 낮은 수준이다. 이는 물길 주변으로 중랑천 강변공원, 독섬유수지체육공원, 서울숲 공원 등 대규모 녹지가 조성되어 있기 때문이다([그림 4-34]).



[그림 4-34] 독섬역 물길의 주변지역 불투수도양면적 분포

(4) 물길 유지용수 및 수질관리

독섬역 물길은 성동고가철로 하부 인도에 조성되어 있다([그림 4-35]). 북측에는 동부간선도로가 위치하며 좌측에 독섬유수지체육공원, 남측에 서울숲 공원이 있다. 물길이 위치한 인도는 왕복 6차로의 도로가 있어 매연으로 대기상태가 양호하지 않은 곳이다. 우측으로는 소규모 공장과 주거지가 혼재하고 있다.

조성된 물길은 보행로 끝 지점으로 상시 유동인구가 거의 없는 지역에 속한다. 독섬역 물길의 인지도와 사업 공감도가 낮은 이유는 가시성이 좋지 않은 위치에 물길이 설치됨에 따라 물길을 육안으로 확인하기 어렵기 때문이다. 또한, 구간마다 고가철로 보수공사 자재가 정리되지 않아 미관을 떨어뜨려 이용 편의를 저해하고 있다.

물길은 전체 물길 중 가장 많은 유지용수를 공급하고 있어 수심은 0.3~0.4m로서 다른 물길에 비해 수심이 깊고 유속이 빨라 녹조가 발생하지 않는다. 그러나 물길의 유지용수

를 수돗물로 공급하고 있고 순환 없이 하수관으로 배출하고 있어 물길조성목적에 적합하지 않은 상태이다.



[그림 4-35] 독섬역 물길의 모습 및 시설

8) 망우로(망우역) 물길

(1) 물길 형상 및 가동시간

서울 중랑구 상봉동에 있는 망우로 물길은 망우역 앞 대형할인매장 인도에 설치되어 있다. 해당 물길은 직선형(인공형)으로 총연장 0.4km, 하폭 0.5m로 구성되어 있다. 유지용수는 망우로 주변 한국전력 지하 전력구에서 발생하는 유출지하수(용출수)를 활용하고 있다. 물길은 5~10월 상시로 가동되고 있다([그림 4-36]).



[그림 4-36] 망우로 물길의 위치 및 유로특성

(2) 주민 이용만족도

망우로 이용자가 체감하는 만족도는 67점이다(서울시, 2015). 이는 전체 물길 평균 만족도 71점보다 낮다. 이용자는 주변의 청결 및 정돈상태, 수질 등에 다소 높은 만족감을 나타냈으며, 안전시설 및 시설물의 유지상태에 대해서 불만족한 것으로 조사되었다. 세부 항목별로 보면 휴식공간 설치 적절성(87점), 수질의 청결성(79점)이 상위 2개 항목이며, 반대로 안전시설 설치 적절성(52점), 시설물 유지보수 적절성(51점)이 하위 2개 항목이다.

[표 4-8] 망우로 물길에 대한 서울시 시정여론조사(2015) 내용

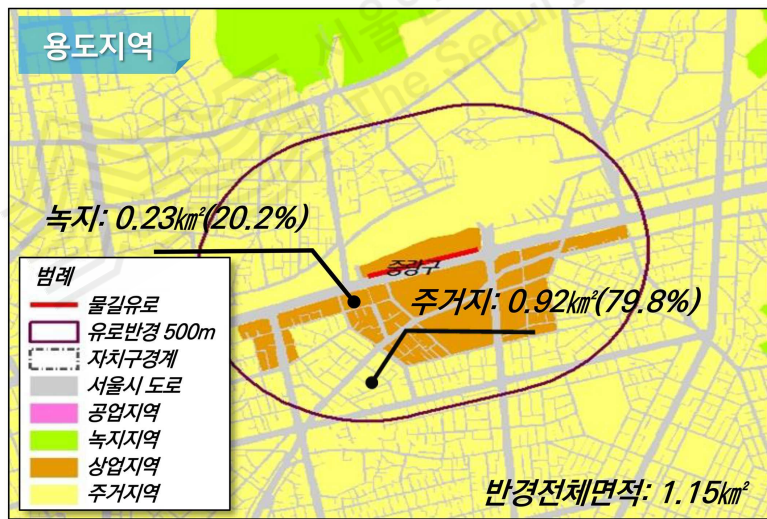
구분	비율	사업 공감 이유		우선적 개선 필요항목
공감도	81%	쾌적한 도시환경 조성(48%)		물길 주변정리(63%)
인지도	29%			
구분	점수	세부항목		점수
만족도	74점	상위	휴식공간 설치 적절성	87점
			수질의 청결성	79점
		하위	안전시설 설치 적절성	52점
			시설물 유지·보수 적절성	51점

출처: 서울시(2015), 서울시 시정여론조사 도심 실개천 이용만족도 조사

물길조성사업에 대해서 81%가 취지와 필요성을 공감하는 것으로 조사되었다. 이와 같은 수치는 전체 물길의 평균 공감도(87%)에 미치지 못하는 것이다. 사업의 취지와 필요성을 공감하는 이용자는 쾌적한 도시환경 조성(48%)에 물길조성사업이 필요하다고 공감했지만 공감하지 못한 이용자는 불필요한 예산 낭비(비공감 응답자의 68%)임을 지적했다. 사업 인지도는 29%로 전체평균 인지도인 32%에 미치지 못했다. 이용자는 먼저 실개천 주변 정리와 같은 환경관리의 개선(63%)이 필요하다고 지적하였으며, 의자나 벤치와 같은 휴식공간 및 시설의 설치를 희망하는 것으로 조사되었다.

(3) 주변입지 특성

망우로 물길 반경 내 용도지역은 [그림 4-37]과 같다. 반경 전체면적 1.15km² 내 주거지역 비율이 약 80%(0.92km²), 상업지역 약 20%(0.23km²)로 구분된다. 주변은 일반상업지구로 인근 거주민들이 생활용품을 구매할 수 있는 대형할인매장과 상가가 들어서 유동인구 비율이 높다. 또한, 망우역과 상봉역, 상봉터마널이 위치해 주변지역 중 교통의 요충지 역할을 한다.

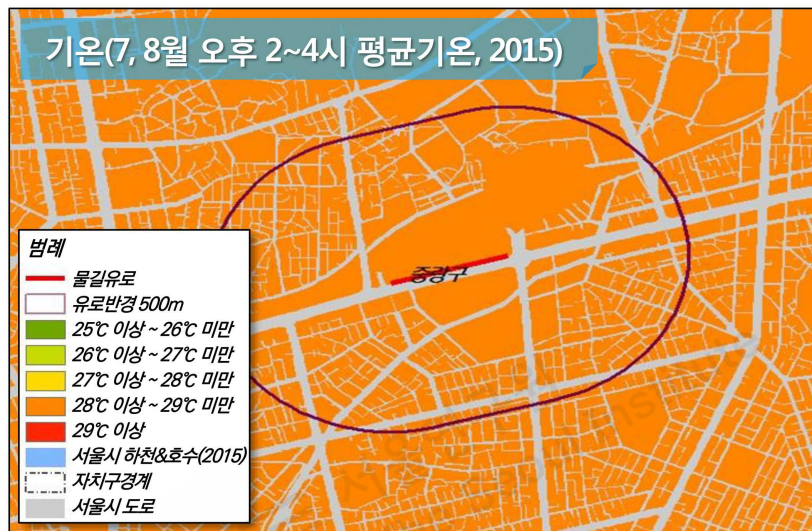


[그림 4-37] 망우로 물길의 주변 용도지역 분포

주변지역의 환경적 측면은 [그림 4-38] 및 [그림 4-39]와 같다. 망우로 물길은 북측 봉화산을 제외하고는 주변에 녹지가 없고 하천 및 친수공간이 없어(중랑천까지 약 2km) 수변공간 서비스의 사회적 수요가 높은 지역이다. 물길 주변 하절기 한낮기온은 28°C 이상으

로 서울시 하절기 한낮기온보다 약 1°C 정도 높은 수준이다.

물길 주변의 불투수율은 84.3%(0.98km²)로 서울시 시가화지역 평균 불투수율보다 높다. 망우역을 제외하고는 대부분 토지가 95% 이상의 불투수율을 보여 투수토양층이 거의 없는 것으로 나타났다.



[그림 4-38] 망우로 물길의 주변지역 기온분포



[그림 4-39] 망우로 물길의 주변지역 불투수토양면적 분포

(4) 물길 유지용수 및 수질관리

망우로 물길은 대형쇼핑몰 전면에 설치되어 유동인구가 높아 효과성이 극대화될 수 있는 지역이다. 하지만, 인도(보행로) 중앙에 설치되어 보행로가 잠식될 가능성이 있다. 또한, 물길의 조성목적, 수질, 유로 정보 등 다양한 정보를 전달하지 못하고 있어 사업 인지도가 낮게 나타나는 문제가 발생하고 있다.

물길은 주로 경관 향상을 주목적으로 설치되었는데 수심이 얇고 유량이 많지 않아 경관 향상 이외의 기능은 유지하기 어렵다. 강우 시 노면유출수가 유입되기 쉬워 수질이 오염되고 이용자가 투기한 폐기물이 유로와 배수구를 막을 가능성이 커 운영관리에 어려움이 있다([그림 4-40]).



[그림 4-40] 망우로 물길의 모습 및 시설

9) 태릉입구역 물길

(1) 물길 형상 및 가동시간

서울 노원구 공릉동에 있는 태릉입구역 물길은 태릉입구역 인도에서부터 중랑천과 맞닿

은 광장으로 이어진다. 해당 물길은 곡선형(절충형)¹⁹⁾의 형태로 총연장 0.1km, 하폭은 0.5~0.7m이다([그림 4-41]). 물길 구간마다 연못, 분수 등이 설치되어 있고 인접한 지역에 목동천과 중랑천이 흐른다. 유지용수는 태릉입구역에서 발생한 유출지하수를 활용하며, 연간 상시 가동되고 있다.



[그림 4-41] 태릉입구역 물길의 위치 및 유로특성

(2) 주민 이용만족도

태릉입구역 물길 이용자가 느끼는 서비스 만족도 평균은 74점으로 전체 물길 만족도 71점과 비슷한 수준으로 만족했다. 물길과 관련하여 만족도가 높은 항목은 자연 친화적이고 생태성을 고려한 물길의 형태에 만족도가 높았으며, 수질과 이용 편의성과 관련한 항목의 만족도가 낮게 평가되었다. 만족도가 가장 높은 상위 2개 항목은 시민휴식 도움(94점)과 자연 생태성 회복 만족(92점), 자연 친화적 설치 공감(92)이었으며, 반대로 하위 2개 항목은 수질의 청결성(44점)과 휴식공간 설치 적정성(40점)이었다.

사업의 취지에 대해 96%가 공감해 전체 물길 중 구로거리공원 물길과 함께 가장 높은 공감도가 형성되었다. 사업에 공감하는 이유를 보면 응답자 52%가 시민들에게 휴식 및

19) 자연형과 인공형 특징을 모두 포함하는 형태

문화공간을 제공한다는 이유를 꼽았다. 그러나 사업의 인지 여부는 응답자의 18%만이 인지하고 있어 구로거리공원 물길(10%), 건국대학교 물길(12%) 다음으로 낮았다.

물길을 이용한 시민이 느끼는 개선 필요사항은 수질관리(52%)로 수질의 청결성 만족도가 낮은 이유와 비슷한 응답을 하였고 우선적으로 확대될 필요가 있는 시설물로 응답자의 50%가 휴지통을 선택하였다.

[표 4-9] 태릉입구역 물길에 대한 서울시 시정여론조사(2015) 내용

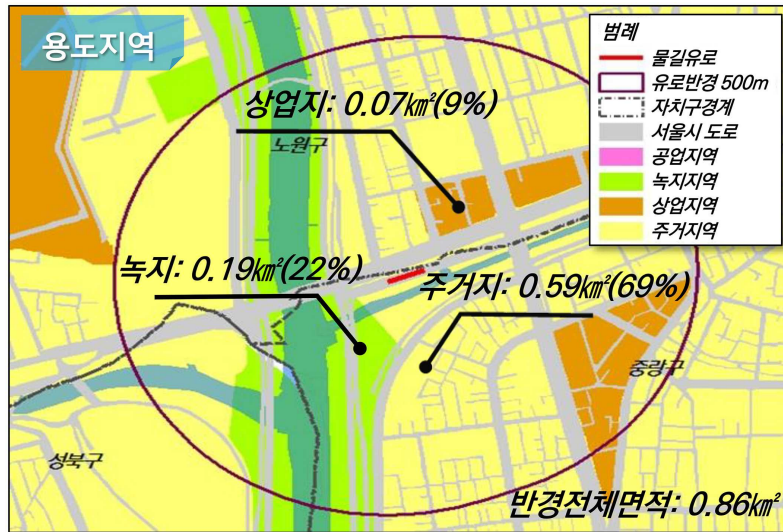
구분	비율	사업 공감 이유		우선적 개선 필요항목
공감도	96%	휴식 및 문화공간 제공(52%)		수질관리(52%)
인지도	18%			
구분	점수	세부항목		점수
만족도	74점	상위	시민휴식 도움	94점
			자연 생태성 회복	92점
			자연 친화적 설치	92점
		하위	수질의 청결성	44점
			휴식공간 설치 적정성	40점

출처: 서울시(2015), 서울시 시정여론조사 도심 실개천 이용만족도 조사

(3) 주변입지 특성

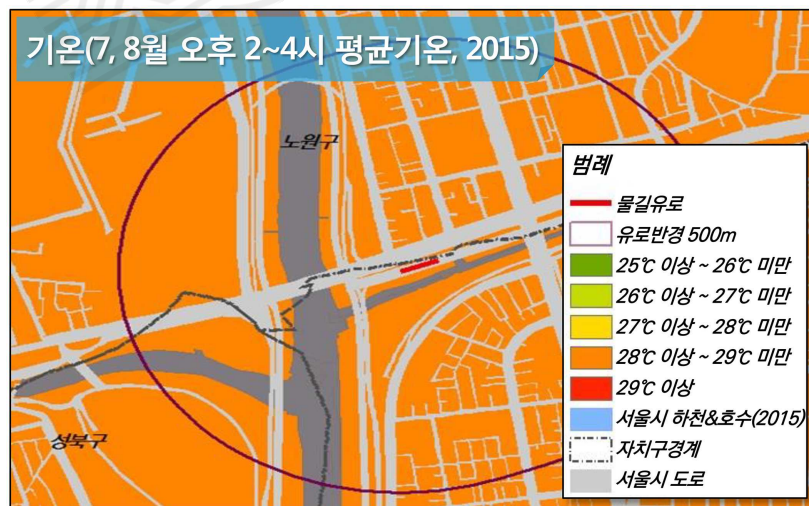
태릉입구역 물길 주변의 용도지역은 [그림 4-42]와 같다. 물길 반경 전체면적은 0.86km²로 이 중에서 주거지가 약 69%(0.6km²)를 차지하고 있으며, 그다음으로 녹지(약 22%, 약 0.2 km²), 상업지(약 9%, 약 0.1km²)로 토지 용도가 구성되어 있다.

태릉입구역을 둘러싸고 다세대주택 및 아파트가 밀집하고 있으며 태릉역 주변 상업지역이 위치해 대중교통수단인 태릉입구역 주변 유동인구가 많은 지역이다. 또한, 지방하천인 묵동천과 국가하천인 중랑천이 위치해 하천변을 따라 조성된 공원을 이용하기 위한 수요가 꾸준한 곳이다. 이외에 대규모 간선 교통망인 동부간선도로와 북부간선도로가 교차하는 지점으로 자동차 운행으로 인한 매연 및 소음 등의 환경문제가 예상됨에 따라 쾌적한 도시환경 조성을 위해 환경부하를 줄여야 한다.



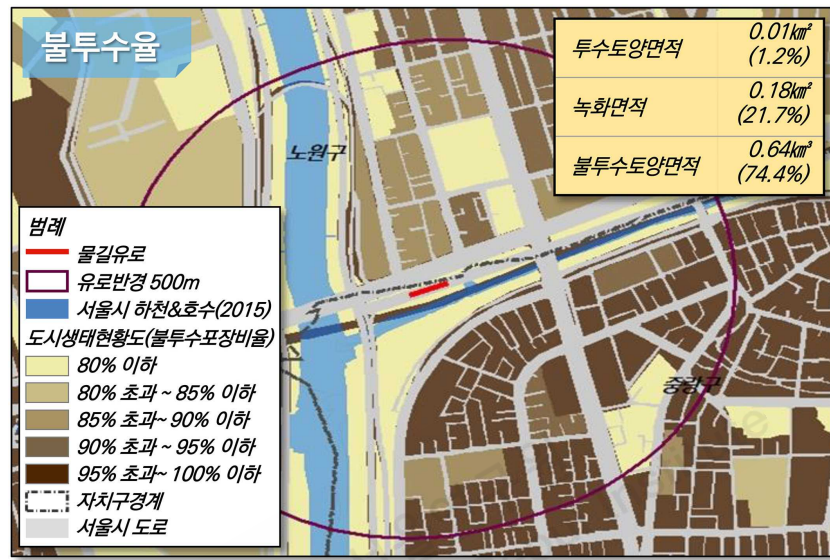
[그림 4-42] 태릉입구역 물길의 주변 용도지역 분포

환경적 측면에서 태릉입구역 물길은 수변 녹지 조성 및 국가·지방하천이 연결되어 생태여건이 우수하다. 2015년 하절기 한낮 평균기온은 28°C로 서울시 평균보다 다소 높으며 인접지역에 중랑천, 목동천, 우이천이 위치하고 있으나 높은 기온이 분포되고 있다([그림 4-43]).



[그림 4-43] 태릉입구역 물길의 주변지역 기온분포

주변지역의 불투수율은 반경 총면적 0.86km²의 74%(0.64km²) 수준으로 나타났다. 이는 서울시 시가화지역 불투수율과 유사한 정도의 불투수율이다. 또한, 반경 면적의 22%는 녹화면적으로 투수토양은 반경 총면적의 약 1/4 수준을 차지하고 있다([그림 4-44]).



[그림 4-44] 태릉입구역 물길의 주변지역 불투수도양면적 분포

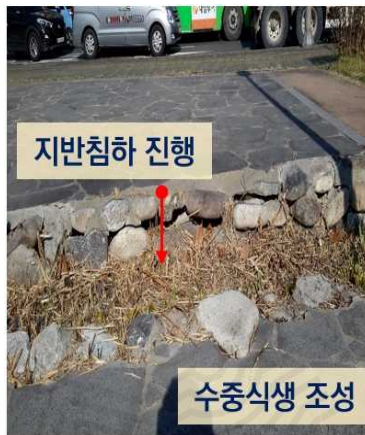
(4) 물길 유지용수 및 수질관리

태릉입구역의 물길은 태릉역에서 발생하는 유출지하수를 100% 활용하여 물길을 운영하고 있다. 그러나 현재 유지용수를 원활하게 공급하기 위하여 보수공사 중으로 운영되지 않고 있다. 유출지하수는 상류에 있는 수경시설(분수)에 우선 공급되고, 분수저류지에서 월류되어 물길 유로에 공급되고 있다. 사용된 유출지하수는 하류에 있는 목동천 하류로 방류되고 있다([그림 4-45]).

현재 지반침하가 발생하여 포장재와 유로 사이에 약 0.2m의 이격공간이 발생하였다. 전체 물길 중 수중식생이 가장 넓게 분포하는 물길이며, 보행로 및 광장에 조성되어 인도변임에도 수변 식생 역시 넓게 조성되었다. 그러나 독섬역 물길과 마찬가지로 유동인구가 적은 보행로 끝 지점에 물길이 위치하기 때문에 이용자 수가 거의 없고, 사업인지도 역시 낮아 사업의 효과성이 현저하게 낮은 물길로 구분된다.



(1) 물길 하류



(2) 물길 지반침하 상태



(3) 물길 수경시설

[그림 4-45] 태릉입구역 물길의 모습 및 시설

물길의 운영관리는 노원구 관내 4개 하천인 묵동천, 우이천, 당현천, 방학천을 관리하는 주무부서에서 함께 관리하고 있으며, 4개 하천 관리예산에 편입하여 관리비용을 지출한다. 마지막으로 다른 물길과 달리 태릉입구역에서 발생하는 유출지하수량이 많아 용수가 부족하지 않고 운영관리가 용이한 것으로 나타났다.

10) 서울시 물길조성 종합특성

(1) 물길 유지용수 공급 특성

서울시 9개 물길의 현황은 [표 4-10]과 같다. 9개 지역에 약 6km의 물길이 조성되었다. 물길운영을 위해 공급되는 용수량은 약 7,600m³/일이다. 지하철역사 혹은 한국전력 지하 전력구에서 발생하는 유출지하수를 활용한 공급량은 약 2,460m³/일이다. 이는 서울시 소재 지하철역사에서 발생하는 총 유출지하수량(약 81,500m³/일)의 3% 수준이며, 미사용량(약 24,700m³/일)의 10% 수준이다. 9개 물길 중 4개 물길은 유지용수가 부족했으며, 유지용수가 부족한 물길은 모두 녹조가 발생하는 물길이었다.

[표 4-10] 9개 물길 유지용수 공급 특성

물길명	연장 (m)	평균 하폭 (m)	공급용수량 (m ³ /일)	부족 여부	유지용수	녹조 발생
거리공원 (구로구)	300	0.7	(정보 없음)	부족	유출지하수	발생
국민대학교 (성북구)	120	0.5	(정보 없음)	충분	수돗물	-
건국대학교 (광진구)	9	0	6	충분	수돗물	-
남부순환로 (송파구)	1,520	0.6	320	부족	유출지하수	발생
남산공원 (종구)	2,200	1.2	275	부족	유출지하수, 우수	발생
대학로 (종로구)	960	0.4	330	부족	유출지하수	발생
뚝섬역 (성동구)	94	1.4	5,100	충분	수돗물	발생
망우로 (중랑구)	360	0.5	760	충분	유출지하수	발생
태릉입구역 (노원구)	60	0.6	771	충분	유출지하수	-
총 합	총 5,623m 평균 625m	평균 0.7m	총 7,562m ³ /일 평균 840m ³ /일	4개소 부족	6개소 유출지하수 활용	6개소 녹조 발생

(2) 물길 수변공간 서비스 혜택 제공 특성

물길조성사업으로 증가한 수변공간 서비스 혜택 면적은 총 11.6km²이다. 이 중 기존 수변 공간 서비스 혜택 지역과 중복되는 면적과 시가지화 면적 등의 조건을 고려하면 실질적으

로 4.5km²의 수변공간 혜택 서비스를 제공할 수 있게 된다.

9개 물길의 반경 500m 지역은 대체로 주거지역(약 76%)이며, 불투수율은 평균적으로 65.6%이다. 불투수율이 서울시 시가지의 평균불투수율 77%보다 낮은 지역이다. 물길조성으로 수변공간 서비스 혜택을 받는 총인구는 약 19만 명으로 1개 물길당 약 2만 1천 명이 서비스를 받을 수 있게 된다([표 4-11]).

[표 4-11] 9개 물길조성에 대한 만족도 및 주변지역 여건 종합

물길명	만족도 (점)	인지도 (%)	물길 반경 면적 (km ²)	주요 용도지역	불투수율 (%)	물길 주변 거주인구 (명)
거리공원 (구로구)	88.4	10	1.11	주거지역 76.3%	81.1	21,500
국민대학교 (성북구)	64.4	34	0.81	녹지지역 52.3%	74.1	16,600
건국대학교 (광진구)	84.4	12	0.89	주거지역 93.7%	41.5	17,500
남부순환로 (송파구)	91.8	50	1.88	주거지역 86.0%	74.5	35,900
남산공원 (중구)	91.3	35	2.22	주거지역 98.8%	34.7	26,500
대학로 (종로구)	46.4	52	1.68	주거지역 99.9%	76.2	11,300
뚝섬역 (성동구)	47.1	30	1.02	녹지지역 36.5%	68.6	18,000
망우로 (중랑구)	66.8	29	1.15	주거지역 79.8%	74.4	25,200
태릉입구역 (노원구)	74.4	18	0.86	주거지역 69.4%	84.3	16,300
총 합	평균 71점	평균 32%	총 11.62km ² 실질 4.5km ² 1)	주거지역 75.5%	65.6%	188,800명

주 1) 물길 반경 500m에 해당하는 면적에서 산지 면적, 기존 수변공간 서비스 혜택 지역을 제외한 면적

9개 물길 만족도는 평균 71점이며, 만족도 최하위 물길과 최상위 물길의 차이는 45점이었
다. 9개 물길의 사업인지도 평균은 32%로 이용자는 대체로 물길조성사업의 시행 여부를
알지 못하고 있어 시민들이 인지할 수 있는 제도가 필요하다.

(3) 물길조성문제 및 개선 방향

9개 물길의 현장조사 결과 나타난 문제점은 물길이 조성된 주변지역의 입지조건과 관련하여 위치적정성 여부 문제와 운영·관리상의 문제로 나뉜다.

물길의 위치적정성을 나타내는 입지조건에 관한 문제는 다음과 같다.

첫째, 9개 물길 중 반경 500m 내 하천(호수)이 위치하는 물길은 5개 물길로 수변공간 서비스 혜택을 중복으로 공급하여 필요성과 타당성이 낮은 지역에 물길이 조성되는 문제가 있다. 둘째, 주변의 시설 및 접근성을 고려하지 않아 유동인구가 적은 지역에 물길을 조성해 사업의 인지도가 낮고 효과성이 현저하게 떨어지는 문제가 있다. 셋째, 조성된 물길의 연장(길이)이 짧아 물길이 수행할 수 있는 역할이 제한적일 수밖에 없다. 9개 물길 중 1개 물길은 유료가 없었으며 3개 물길은 100m 미만이다. 사업의 필요성과 수요가 낮은 지역에 물길을 조성함에 따라 시민의 물길 활용도가 떨어지고 효과성이 낮아 불필요한 예산 낭비라는 지적을 면하기 어렵다. 9개 물길 중 7개 물길 이용자가 꼽은 물길조성사업 비공감 이유는 불필요한 예산 낭비로 비공감 응답자 중 약 54%가 위와 같이 응답하였다. 따라서 향후 물길은 주변지역의 입지조건을 고려하여 환경개선 효과가 높으며 접근성이 용이하고 시민 이용의 수요가 높은 지역에 설치될 필요가 있다.

물길의 운영·관리상 문제는 다음과 같다.

첫째, 물길의 운영·관리 관련한 지침이 없어 가동시간과 운영·관리 방식이 각기 다르다. 따라서 균일한 서비스 제공이 어렵다. 둘째, 물길의 운영·관리를 위한 단독 예산계획 및 집행을 하지 않고 관내 공원·하천의 운영관리 예산에 포함하여 운영·관리하고 있어 물길의 특성에 부합하게 관리되기 어렵다. 셋째, 수자원 재이용이라는 본래의 사업취지에 어긋나 수돗물을 공급하고 있다. 사업의 목적은 유실되는 수자원을 재이용하여 쾌적한 도시환경을 조성하는 것임에도 수돗물을 공급하고 1회 사용 후 곧바로 하수관로로 방류하는 것은 사업의 목적에 부합하지 않는다. 넷째, 노면의 오염물질 유입과 부족한 용수 등의 이유로 수질관리가 원활하지 못해 녹조와 악취가 빈번하게 발생하고 있다. 이로 인해 경관 향상과 쾌적한 도시환경 조성이라는 목표달성에 멀어지고 혐오감을 유발하는 문제가 있다. 물길조성사업이 본래의 취지에 부합하게 운영·관리되기 위해서는 먼저 모든 물길에

적용할 수 있는 지침을 개발·적용해야 한다. 또한, 전문인력의 배치와 물길을 일정 수준으로 운영·관리할 수 있는 예산의 단독 계획 및 집행이 필요하다.

2_서울시 9개 물길 종합평가

물길조성사업이 본래의 취지와 목표를 달성하기 위해서는 사업계획단계에서부터 운영관리 전반에 걸친 지침이 필요하다. 지침에 포함되어야 하는 항목과 기준값을 도출하기 위하여 9개 물길의 실시설계서, 현장실사 및 운영 자료를 종합하여 평가하였다.

1) 물길 평가방법 구성

기존 물길조성 평가방법은 평가항목을 선정하는 것에서부터 평가된 내용을 토대로 지침 기준을 선정하기까지 크게 4가지 단계로 구성된다. 평가 단계는 첫째, 물길평가를 위한 평가항목 선정, 둘째, 항목별 데이터 구축, 셋째, 구축된 데이터의 표준화 및 지수화, 넷째, 표준편차를 활용한 지침 기준설정으로 이어진다([표 4-12]).

[표 4-12] 9개 물길 단계별 평가방법

단계	방법
지표 선정	• 선행된 연구에서 활용된 지표를 검토하여 평가항목 추출 • 지표는 객관성, 신뢰성, 타당성, 용이성 등을 토대로 검증
표준·지수화	• 물길의 규모가 다르므로 유로 연장으로 단위를 표준화 • 물길 상태를 쉽게 식별할 수 있도록 지수화
기초통계분석	• 지수의 중앙값, 평균값을 활용하여 상대비교 • 지침 도출을 위해 표준편차 분석
지침 기준설정	• 정규분포를 가정한 표준편차 0 상태 값 추출

(1) 평가지표 선정

2013년에 실시된 ‘서울시 물길 일제점검’은 물길의 상태를 파악하기 위해 용수의 수질, 용수공급량, 유로 청결 상태, 주변 관리 상태 등 4개 항목을 점검하였다. 그러나 이와 같은 방식의 물길평가는 물길의 운영·관리 상태에 초점을 맞춘 것으로 물길의 위치적정성, 이용

안정성 및 편의성, 시설 공간배치 적합성 등을 점검할 수 없는 한계가 있다.

물길을 종합적으로 평가하기 위해 실시설계보고서에서 활용된 평가 및 설계요소를 검토하였다. 기존 연구는 하천을 대상으로 하천의 주변지역, 수변공간의 시설물을 평가하는 내용이 대부분이었다. 그러나 물길조성사업은 수변공간이 확보되지 않은 시가지에 인공적으로 수로를 조성하는 사업으로서 하천과는 기본적으로 기능과 역할이 다르다. 따라서 시가지에 인공적으로 조성되는 물길의 특성을 반영하기 위해 물길별 「실시설계보고서」를 검토하여 물길을 종합적으로 평가할 수 있는 요소를 추출하였다([표 4-13]).

9개 물길의 평가인자는 5개 부문의 17개 지표로 구성하였다. 5개 부문은 안정성, 심미성(경관성), 생태성, 운영관리성, 접근성이며, 이 중에서 안정성, 심미성, 생태성 및 사용성·접근성은 물길 설계요소에 해당하는 지표로 구성되고 운영관리는 운영관리 지표를 포함한다.

[표 4-13] 실시설계보고서에서 활용된 설계·운영 관련 계획 부문 및 지표

계획 분야	지표	실시설계보고서				적용빈도
		대학로	독섬역	망우로	태릉역	
안전성	보행안전성 확보	○		○		2
	보행자 안전관리			○		1
	우기 범람예방					-
심미성	실개천의 형태	○	○	○	○	4
	휴식공간 설계	○	○	○	○	4
생태성	식생 관리	○		○	○	3
	자연 친화적 수로	○		○		2
운영 관리	정화시설로 설치			○		1
	수질관리	○		○		2
	유지용수확보	○	○	○		3
	시설물 청소·보수	○		○		2
	동절기 관리계획	○				1
	돌발상황 관리	○				1
	종합통제실 운영·관리	○				1
	운영관리 용이한 설계	○				1
사용성· 접근성	휴식공간 확충	○	○		○	3
	안내표지판 설치					0

안전성은 이용자의 보행안전을 확인하기 위한 지표로 보행안전성 확보, 보행 시설물 관리, 우기 범람예방을 위한 계획내용을 측정한다. 보행안전성 확보는 기존 문헌에서 활용된 빈도가 가장 높았으며, 우기 범람예방은 활용 빈도는 낮지만, 물길이 설치된 위치와 이용자 수에 따라 고려하여 안정성 확보가 필요하여 선정되었다.

심미성은 물길의 경관을 측정하기 위한 요소이다. 지표는 물길의 형태, 수변에 조성된 시설이 선정되었으며, 이를 토대로 물길의 심미성을 평가한다. 선정된 2개 지표는 물과 관련한 평가항목으로 가장 많이 활용된 지표이다.

생태성은 물길 수중 및 수변의 자연 친화적인 면을 측정하기 위한 요소이다. 세부지표로 식생 관리, 자연 친화적 수로 형태를 측정해 생태성을 평가한다. 선정된 2개 지표는 심미성과 마찬가지로 문헌에서 활용도가 높은 지표이다.

운영관리성은 물길의 운영 전반에 걸친 사항을 점검·측정하기 위한 요소로서 요소 중에서 가장 많은 지표가 포함되어 있다. 세부지표로 수질오염관리, 수질관리, 유지용수확보, 시설물 청소·보수, 동절기 관리계획, 돌발상황 관리, 종합통제실 운영관리, 운영관리 용이한 설계를 측정해 물길의 운영관리 상태를 점검한다. 수질관리, 유지용수확보, 시설물의 청소·보수는 기존 문헌에서 활용 빈도가 높은 지표이다. 그 외 5개 지표는 활용 빈도는 낮은 지표였지만 물길의 문제점 파악과 개선해야 하는 항목이어서 선정하였다.

사용성·접근성 요소는 이용자의 이용 편의와 관련한 사항을 측정할 수 있는 요소이다. 세부지표로서 휴식공간 확충 및 안내표지판 설치를 선정하였다. 안내표지판 설치 지표는 기존 문헌에서 활용 빈도가 낮은 지표이지만 시민의 이용 편의성 확보를 위하여 개선되어야 할 부분이어서 선정하였다.

(2) 데이터 구축 및 표준-지수화 방법

도심에 설치되는 물길이 유지하여야 하는 기능 및 역할을 고려하였다. 이에 따라 물길조성을 위한 설계요소로 안정성, 시민 이용성 운영·관리 상태를 평가하는 지표를 설정하였다. 객관성, 신뢰성, 타당성, 구축용이성 등을 토대로 검증하여 지표 자체로 물길의 상태를 평가할 수 있는 지표를 [표 4-14]와 같이 구축하였다.

[표 4-14] 평가지표별 평가내용 및 표준화 방법

평가분야	평가지표	평가내용	단위	규모 표준화
안전성	보행안전성 확보	야간조명	개소 수(개)	연장 1m당
	보행자 안전관리	인도 폭	거리(m)	-
	강우 시 범람예방	강우 시 배수계획 여부	0.25: 미검토 0.75: 검토	-
경관성	실개천의 형태	물길형태	0.25: 일자형 0.75: 곡선형	-
	휴식공간 설계	수경시설	개소 수(개)	연장 1m당
생태성	식생 관리	총 식생 조성면적	면적(m ²)	연장 1m당
	자연 친화적 수로	수중식물 조성면적	면적(m ²)	연장 1m당
운영 관리성	유지용수 확보	용수공급량	양(m ³ /일)	-
	수질관리	수질 조사	수질(BOD, mg/L)	-
	시설물 청소·보수	시설물 관리주기	횟수(회/년)	-
	동절기 관리계획	동절기 관리계획 여부	0.25: 관리 0.75: 미관리	-
	돌발상황 관리	운영관리 공무원 수	인원수(명)	연장 1m당
	종합통제실 운영	종합통제실 운영 여부	0.25: 미운영 0.75: 운영	-
	운영관리 용이한 설계	운영관리 비용	금액(원)	연장 1m당
	수질오염관리	오염 방지시설 설치 여부	0.25: 미설치 0.75: 설치	-
사용성· 접근성	휴식공간 확충	휴식시설의 양	개소 수(개)	연장 1m당
	안내표지판 설치	설치된 표지판 양	개소 수(개)	연장 1m당

지표로 평가하기 위해서는 자료가 구축되어야 하며, 자료는 물길별 실시설계보고서와 자치구에서 축적해 놓은 운영 자료를 확보하여 구축하였다. 9개 물길이 기능에 부합되게 운영관리되기 위해서 [표 4-14]의 평가지표에 대한 자료의 지속적인 구축이 필요하다.

구축된 데이터는 일차적으로 물길의 규모를 통해 표준화하였다. 9개 물길은 유로의 연장, 조성 위치·면적 등이 다르므로 구축된 데이터만으로 비교할 수 없다. 예를 들어 설치된 야간조명의 수는 물길의 연장에 따라 개소 수가 차이가 있으므로 설치된 조명의 수는 물길의 연장(m)당 개소 수로 변환해야 한다. 이와 같은 규모 표준화는 물길 간의 합리적인

비교가 가능하다. 단, 수질, 종합통제실 운영, 특정 계획의 반영 여부는 물길의 규모와는 관계없는 데이터이므로 표준화하지 않는다. 표준화하지 않는 지표의 데이터는 정성적 데이터로 임의로 값을 부여하지 않으며, 임의 값은 상위 0.75, 하위 0.25로 고정한다. 이와 같은 이유는 편차를 줄여 중앙값인 0.5에 근접하도록 하기 위해서이다.

규모를 표준화한 다음은 지수화하는 과정이다. 표준화된 데이터를 지수화하여 최종적으로 산출된 지수는 0에서 1 사이의 값을 가지며, 지수화 과정을 통하여 각기 다른 지표별 단위를 하나로 표준화하여 지표 간 비교가 가능하다. 단, 특정 계획 반영 여부, 물길의 형태 등 지수화 이전에 값이 0과 1 사이에서 결정되는 지표는 지수화 과정을 거치지 않는다. 지수화 방식은 [표 4-15]와 같다.

[표 4-15] 평가지표별 평가내용 및 지수화 방식

평가 분야	평가내용	데이터 산출 및 표준화 방식	지수화 방식
안전성	야간조명	야간조명 개소 수/물길연장	$\Sigma \text{지표 값}/(\text{지표 평균값} \times 2)$
	인도 폭	인도 폭	$\Sigma \text{지표 값}/(\text{지표 평균값} \times 2)$
	강우 시 배수계획 여부	수립: 0.75, 미수립: 0.25	-
연관성	물길형태	일자형: 0.75, 곡선형: 0.25	-
	수경시설	수경시설 개소 수/물길연장	$\Sigma \text{지표 값}/(\text{지표 평균값} \times 2)$
생태성	총 식생 조성면적	수변 식생 조성면적/물길연장	$\Sigma \text{지표 값}/(\text{지표 평균값} \times 2)$
	수중식물 조성면적	수중식생 조성면적/물길연장	$\Sigma \text{지표 값}/(\text{지표 평균값} \times 2)$
운영 관리성	용수공급량	용수공급량	$\Sigma \text{지표 값}/(\text{지표 평균값} \times 2)$
	수질 조사	수질(BOD)	$\Sigma \text{지표 값}/(\text{지표 평균값} \times 2)$
	시설물 관리주기	연간 관리횟수	$\Sigma \text{지표 값}/(\text{지표 평균값} \times 2)$
	겨울철 관리계획 여부	수립: 0.75, 미수립: 0.25	-
	운영관리 공무원 수	관리인원수/물길연장	$\Sigma \text{지표 값}/(\text{지표 평균값} \times 2)$
	종합통제실 운영 여부	운영: 0.75, 미수립: 0.25	-
	운영관리 비용	운영관리예산/물길연장	$\Sigma \text{지표 값}/(\text{지표 평균값} \times 2)$
	오염 방지시설 설치 여부	설치: 0.75, 미설치: 0.25	-
사용성· 접근성	휴식시설의 양	휴식시설 개소 수/물길연장	$\Sigma \text{지표 값}/(\text{지표 평균값} \times 2)$
	설치된 표지판 양	표지판 개소 수/물길연장	$\Sigma \text{지표 값}/(\text{지표 평균값} \times 2)$

(3) 기초통계분석 및 지침 기준설정 방식

데이터 구축 및 표준·지수화 과정을 거쳐 최종적으로 산출된 데이터는 물길의 규모와 데이터 간 단위가 표준화되어 지표·물길별 상대비교가 가능하다. 또한, 지표별 물길의 수준, 물길별 취약 지표를 확인할 수 있으며, 최종적으로 모든 지수의 값을 합산해 평가분야를 종합적으로 반영한 물길의 상태를 점검할 수 있다.

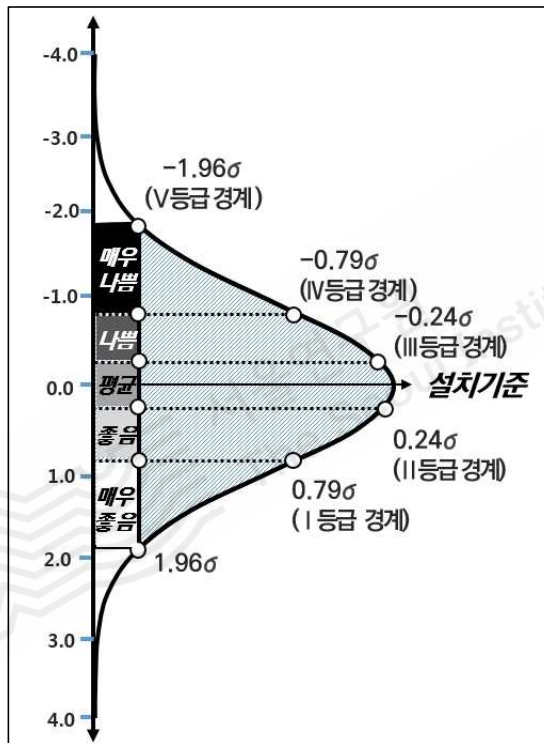
위와 같은 평가방법을 적용하여 종합지수를 산출할 때에는 지표마다 중요도를 고려하여 가중치를 부여하는 것이 일반적이다. 가중치를 부여하는 이유는 지표가 갖는 중요도가 달라서 가중치를 반영하지 않은 종합평가결과는 왜곡될 가능성이 있다. 따라서 이를 보정하기 위해 전문가 AHP(계층 분석적 의사결정: Analytic Hierarchy Process)방식과 같은 가중치 산출방식을 거쳐 종합점수를 산출하는 것이다. 그러나 물길은 유형·규모·위치 등 다양한 요인에 따라 지표의 중요도가 달라질 수 있어서 가중치를 부여하기보다는 동일가중치(Equal-Weight)를 부여해 종합지수를 산출하는 것이 합리적인 평가방법이라고 할 수 있다. 따라서 종합지수로 물길의 상태를 평가할 때는 동일가중치를 부여해 산정한다.

물길의 종합지수를 통합 상태평가 후 지침의 기준설정을 위해 표준편차를 활용한 기초통계분석을 실시한다. 물길의 설계 및 운영·관리 지침은 물길의 계획(설계)과 운영·관리 시 반영해야 할 일정 수준을 제시할 수 있어야 한다. 이때 제시될 수준은 현재 물길이 물길조성에 즉각 적용될 수 있어야 하므로 너무 높지 않은 수준이어야 한다. 현재 9개 물길은 설치 목적, 기능, 지역적 여건, 규모가 각기 다르다. 또한, 사업의 계획(설계)과 운영·관리 시 고려되어야 할 사항이 충분히 반영된 물길과 그렇지 못한 물길이 혼재하기 때문에 이런 여건을 반영하여 지침이 수립될 필요가 있다.

위와 같은 이유로 물길조성지침은 현재 물길 및 향후 조성될 물길이 준수해야 할 최소한의 필요조건으로 현재 설치된 물길의 평균적인 수준으로 지침 기준을 설정한다. 지침 기준 설정 방식은 9개 물길의 상태가 정규분포임을 가정하고 지표의 표준화 값(물길연장으로 규모를 표준화한 데이터값)을 5단계(매우 좋음, 좋음, 평균, 나쁨, 매우 나쁨)로 구분한다. 5단계는 분포의 누적면적을 20% 단위로 산출한다([그림 4-46]).

평균적인 수준은 상위 좋음 단계와 평균단계 경계점과 평균단계와 나쁨 단계의 경계점

중간에 위치하기 때문에 표준화 값의 해당 분포 위치를 추출해 지침 기준으로 설정한다. 단, 9개 물길의 표준화 데이터 중 극단치(Outlier) 데이터는 지침 기준설정에서 제외한다. 이와 같은 이유는 극단치를 포함할 경우 지침 기준이 상향되거나 하향되어 적용에 대한 부담 또는 지침 기준이 너무 낮아 실효성이 없는 경우가 발생할 수 있기 때문이다. 예를 들어 독섬역에 설치된 야간조명 수는 9개 물길 평균의 4.4배에 달해 지침 설정 시 기준을 급격하게 상승시킬 수 있다.



[그림 4-46] 표준편차를 활용한 지침 기준설정 방식

2) 물길 상태평가 결과

평가분야는 안전성, 경관성, 생태성, 운영관리성, 사용성 및 접근성으로 구성하고 총 17개 평가지표로 세분화하였다. 데이터 구축 시 9개 물길의 규모가 각기 다르므로 물길연장당 원단위로 변환하여 규모 차이를 조정하였다. 지표별 평균값으로 지수화하여 물길 간 현재 상태를 비교하였다.

(1) 안전성 평가

물길의 안전성 확보 여부는 ① 야간조명(개수), ② 인도 폭(m), ③ 강우 시 배수시설 설치 여부의 3개 항목에 대하여 평가하였다([표 4-16]).

야간조명 수는 평균 46개로 독섬역(204개), 남산(150개)을 제외한 7개의 물길은 평균 야간조명의 20% 수준으로 나타났다. 인도 폭은 평균 52m로 남산(85m), 대학로(80m), 거리공원(70m)은 평균을 초과하는 것으로 나타났다. 반면 6개의 물길은 평균 미만으로 나타났다으며 6개 물길 전체는 평균 75% 수준에 미치고 있다. 강우 시 배수시설은 모든 물길에 없는 것으로 나타나 강우 시 배수계획은 검토되지 않았다.

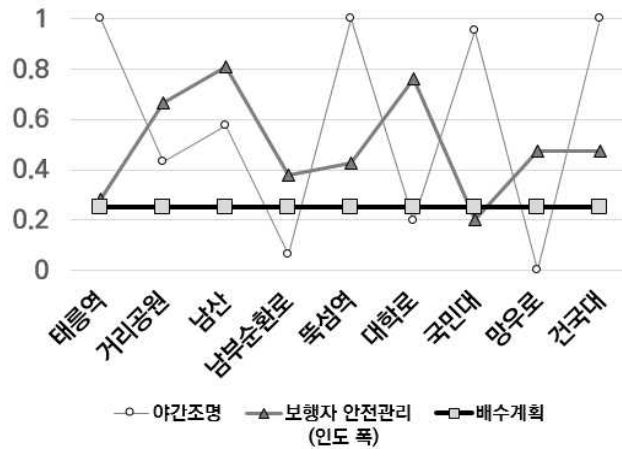
[표 4-16] 물길의 안전성 평가내용

물길 ¹⁾	야간조명(개소)	인도 폭(m)	강우 시 배수시설
태릉역	8	30	없음
독섬역	204	45	없음
대학로	20	80	없음
국민대	12	21	없음
거리공원	10	70	없음
건국대	3	50	없음
망우로	0	50	없음
남산	150	85	없음
남부순환로	10	40	없음
평균	46개	52m	없음

주 1) 가독성 향상을 위해 일부 물길명을 축약하여 표기하였고(태릉입구역: 태릉역, 국민대학교: 국민대, 건국대학교: 건국대, 구로거리공원: 거리공원, 남산공원: 남산), 물길명에서 '물길'을 제외함²⁰⁾(예시: 태릉입구역 물길 = 태릉역)

안전성 확보를 위한 지표 간 비교([그림 4-47])를 통하여 이용안전성 확보를 위해서는 인도 폭의 충분한 확보, 강우 시 배수계획이 필요한 것으로 도출되었다.

20) 이하의 분석내용에 '주 1)'의 내용이 동일하게 적용되며, 물길 외에 지표명 역시 축약하여 명기함.



[그림 4-47] 안전성 평가의 9개 물길 지표 값 비교

(2) 경관성 평가

물길의 경관성 확보 여부는 ① 물길형태(곡선형, 일자형), ② 분석 및 벽천 등 수경시설(개소)의 2개 항목에 대하여 평가하였다([표 4-17]).

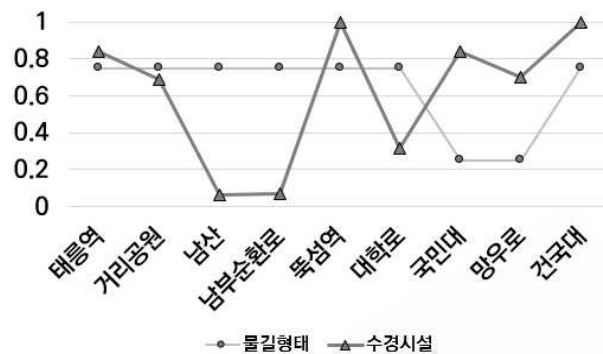
[표 4-17] 물길의 경관성 평가내용

물길	물길형태(곡선형, 일자형)	분석 및 벽천 등 수경시설(개소)
태릉역	곡선형	1
독섬역	곡선형	4
대학로	곡선형	6
국민대	일자형	2
거리공원	곡선형	3
건국대	곡선형	2
망우로	일자형	5
남산	곡선형	3
남부순환로	곡선형	2
평균	-	4

물길형태는 국민대와 망우로만 일자형으로 조성되었으며, 이외 7개의 물길은 곡선형으로 조성되었다. 수경시설은 평균 4개로, 대학로(6개), 망우로(5개)를 제외한 7개의 물길은 평

균 4개소 이하로 조성되었다.

경관성 확보를 위한 지표 간 비교는 [그림 4-48]과 같다. 수경시설의 경우 평균에 미치지 못하는 7개 물길에 수경시설 조성이 필요함을 도출하였다. 또한, 공간의 효율적 활용이 가능하도록 수경시설의 효율성을 확보하는 방안이 필요하다.



[그림 4-48] 경관성 평가의 9개 물길 지표 값 비교

(3) 생태성 평가

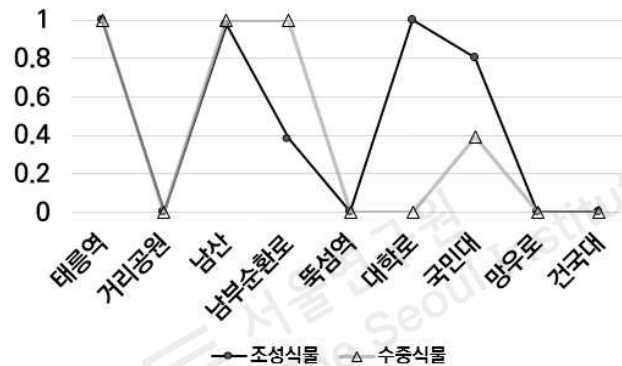
물길의 생태성 확보 여부에 대해서는 ① 조성식물 조성면적(m^2), ② 수중식물 조성면적(m^2)의 2개 항목으로 평가하였다([표 4-18]).

[표 4-18] 물길의 생태성 평가내용

물길	조성식물 조성면적(m^2)	수중식물 조성면적(m^2)
태릉역	1,200	60
독섬역	0	0
대학로	800	0
국민대	60	10
거리공원	0	0
건국대	0	0
망우로	0	0
남산	1,500	1,000
남부순환로	360	400
평균	435.8 m^2	165.6 m^2

수중식물 조성면적 또한 조성식물 조성면적과 비슷하게 일부 물길에 편중되어 있다. 남산이 1,000㎡로 가장 높았으며, 남부순환로(400㎡)를 제외한 7개의 물길은 평균 165.6㎡에 미치지 못하는 것으로 나타났다. 특히, 태릉역(60㎡), 국민대(10㎡)를 제외한 5개의 물길은 수중식물 조성면적이 없다.

생태성 확보를 위한 세부지표 간 비교([그림 4-49]) 결과에서 대부분 물길이 수변 및 수중식물 조성면적은 없는 것으로 나타났다. 이에 따라 필요시 생태성을 고려하여 물길조성을 추진할 필요가 있다.



[그림 4-49] 생태성 평가의 9개 물길 지표 값 비교

(4) 유지용수 운영관리 평가

물길의 유지용수 확보 여부를 평가하기 위해서 ① 유지공급량(㎥/일), ② 수질 조사(BOD: Biochemical Oxygen Demand²¹⁾, mg/ℓ)의 2개 항목으로 평가하였다([표 4-19]).

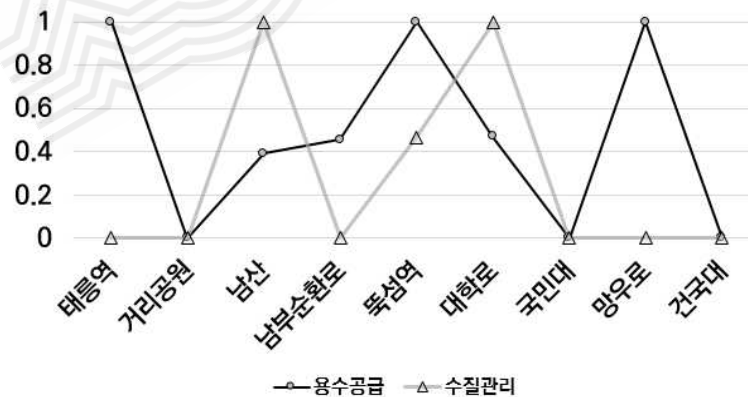
용수공급량은 뚝섬역 5,100㎥를 제외하고 평균 829.5㎥로 8개의 물길이 평균용수공급량에 미치지 못한다. 특히 국민대, 거리공원, 건국대 일부 지역은 용수공급량이 0㎥로 공급량이 없는 것으로 나타났다.

21) 생화학적 산소요구량(BOD: Biochemical Oxygen Demand)은 호기성 미생물이 물속에 있는 유기물을 산화 분해하여 물을 정화하는 데 요구되는 산소의 양으로 물의 오염 정도를 나타내는 지표로 활용되며 단위는 mg/ℓ 임.

[표 4-19] 물길의 유지용수 운영관리 평가내용

물길	용수 공급량(m³/일)	수질 조사(BOD, mg/ℓ)
태릉역	771	6.1
독섬역	5,100	5.0
대학로	330	0.8
국민대	0	6.1
거리공원	0	6.1
건국대	0	6.1
망우로	760	6.1
남산	275	3.1
남부순환로	320	6.1
평균	829.5	5.1

수질 조사는 평균 5.1mg/L로 보통 수질에 해당한다. 이 중 대학로(0.8mg/L), 남산(3.1mg/L), 독섬역(5.0mg/L)을 제외하고 6개의 물길이 평균에 미달하는 상태로 나타났다. 국민대, 거리공원, 건국대, 망우로, 남산, 남부순환로는 수질(BOD)측정 데이터가 없어 최댓값을 적용하여 산정한 결과이다.



[그림 4-50] 유지용수 운영관리 평가의 9개 물길 지표 값 비교

운영관리 평가를 통해서 운영관리비용 및 수질오염관리 측면에서 대부분 평균에 미치지 못하는 것을 나타내고 있다([그림 4-50]). 즉, 대부분의 용수공급이 원활하지 않아 시설가

동에 문제가 있을 뿐만 아니라 녹조가 발생할 우려가 있다. 이를 해결하기 위한 원활한 용수공급 방안과 수질관리 대책이 필요하다.

(5) 시설 운영관리 상태 평가

시설 운영관리 상태를 평가하기 위해서 ① 시설물 관리주기(회/년), ②동 절기 관리 여부, ③ 운영관리 공무원 수(인)의 3개 항목으로 평가하였다([표 4-20]).

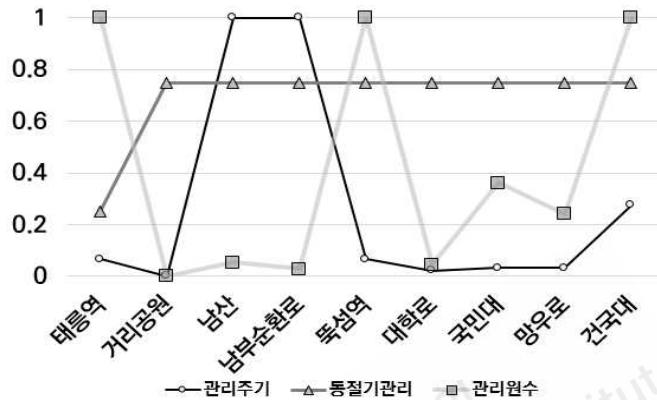
[표 4-20] 물길의 시설 운영관리 상태 평가내용

물길	시설물 관리주기 (회/년)	동절기 관리 여부	운영관리 공무원 수 (명)
태릉역	12	미관리	10
독섬역	12	관리	6
대학로	4	관리	1
국민대	6	관리	1
거리공원	0	관리	0
건국대	50	관리	1
망우로	6	관리	2
남산	365	관리	3
남부순환로	365	관리	1
평균	91	-	3

시설물 관리주기는 연간 평균 91일로 나타났으며, 남산과 남부순환로를 제외한 7개의 물길은 평균에 미치지 못하고 있다. 남산과 남부순환로는 365일 매일 관리되는 것으로 나타났다으나, 대부분의 물길 청소횟수가 적은 실정이다. 특히 거리공원의 경우 전혀 관리되지 않는 것으로 나타났다.

동절기 관리 여부는 태릉역을 제외하고 모든 물길이 관리되는 것으로 나타났다. 유지보수 인력은 평균 2.8명으로 나타났으나 다른 하천관리에 포함하여 관리되는 실정이다. 평균 2.8명 이상의 지역은 태릉역(10명), 독섬역(6명), 남산(3명)으로 세 물길을 제외한 6개의 물길은 평균에 미치지 못하는 것으로 나타났다.

물길의 시설 운영관리 상태를 평가하는 세부지표 간 비교는 [그림 4-51]과 같다. 시설물 관리주기 및 유지보수인력은 특정 물길의 관리실적이 양호했으나, 동절기 관리는 1개 물길을 제외하고 관리되고 있는 것으로 나타났다. 이에 따라 향후 물길의 시설물 관리계획 수립과 운영관리 인력 확보가 필요하다.



[그림 4-51] 시설 운영관리 상태 평가의 9개 물길 지표 값 비교

(6) 운영관리 시스템 평가

운영관리 시스템 확보를 평가하기 위하여 ① 종합통제실 설치 여부, ② 운영관리비용(원), ③ 수질오염방지시설 설치 여부의 3개 항목으로 평가하였다([표 4-21]).

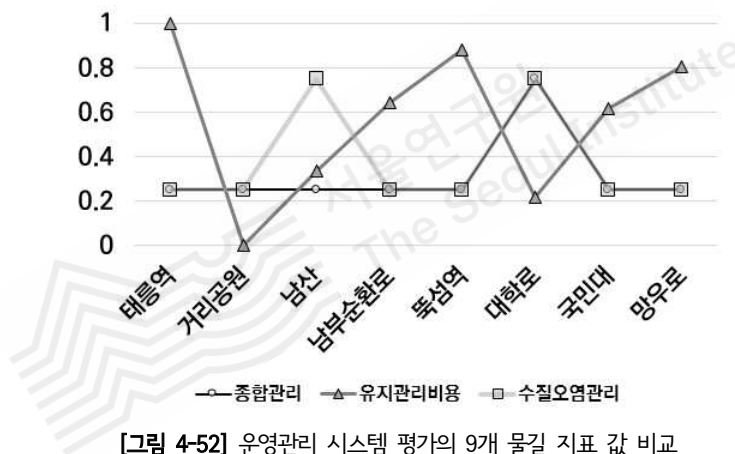
[표 4-21] 물길의 운영관리 시스템 평가내용

물길	종합통제실 설치 여부	운영관리비용(원)	수질오염방지시설 설치 여부
태릉역	미운영	1억 2,771만 원	미설치
뚝섬역	미운영	200만 원	미설치
대학로	운영	500만 원	설치
국민대	미운영	179만 원	미설치
거리공원	미운영	-	미설치
건국대	미운영	820만 원	설치
망우로	미운영	700만 원	미설치
남산	미운영	2,000만 원	설치
남부순환로	미운영	2,360만 원	미설치
평균	-	2,170만 원	-

종합통제실 설치 여부는 현재 운영 중인 대학로를 제외한 8개 물길에서는 미운영하고 있어 대부분 물길에서 모니터링(현장 상황)을 통한 파악이 불가하다.

운영관리비용은 태릉역이 1억 2,771만 원으로 가장 큰 비용을 사용하고 있는 것으로 확인되었다. 9개 물길 평균 2,170만 원으로 태릉역 및 남부순환로(2,360만 원)를 제외한 7개의 물길은 평균의 30% 수준으로 운영관리비 평균에 미달하는 것으로 나타났다. 수질 오염방지시설 설치 여부는 대학로, 건국대, 남산을 제외한 6개의 물길은 미설치되어 있다.

전반적으로 운영관리와 관련된 시스템은 특정 물길에만 적용되었다. 이에 실시간 용수공급 상황을 확인할 수 있는 모니터링 체계 및 특히 노후화된 물길을 개보수할 수 있는 운영관리비 추가편성이 필요하다([그림 4-52]).



[그림 4-52] 운영관리 시스템 평가의 9개 물길 지표 값 비교

(7) 사용 및 접근성 평가

사용 및 접근성 확보에 대해서는 ① 사용성-휴식시설(개소), ② 접근성-안내표지판(개소)의 2개 항목으로 평가하였다([표 4-22]).

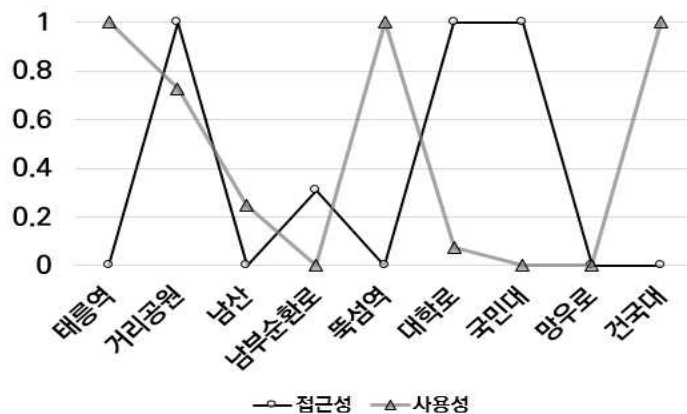
휴식시설은 남산이 36개소로 가장 많으며, 태릉역(14개), 독섬역(13개), 거리공원(9개) 순이다. 휴식시설은 평균 8.5개소로 5개 물길은 평균에 미달하는 것으로 나타났다. 특히 국민대와 망우로 물길은 휴식시설이 없는 것으로 나타났다. 또한, 안내표지판은 평균 1.7개로 대학로(5개), 거리공원(4개), 남부순환로(2개) 이외의 나머지 6개 물길은 평균에 미치

지 못하는 것으로 나타났다. 국민대(1개) 이외의 나머지 물길은 안내표지판이 없는 것으로 나타났다.

[표 4-22] 물길의 사용 및 접근성 평가내용

물길	사용성-휴식시설(개소)	접근성-안내표지판(개소)
태릉역	14	0
뚝섬역	13	0
대학로	4	5
국민대	0	1
거리공원	9	4
건국대	2	0
망우로	0	0
남산	36	0
남부순환로	0	2
평균	8.5	1.7

물길의 사용성 및 접근성 확보를 위한 지표 간 비교([그림 4-53]) 결과에서 일부 물길에서 휴식시설 및 안내표지판이 설치되지 않은 것으로 나타났다. 이에 따라 향후 평균에 미달하는 물길 및 미설치 물길에 대하여 휴식시설 확충 및 안내표지판 설치(정보제공)가 필요하다.



[그림 4-53] 사용 및 접근성 평가의 9개 물길 지표 값

3) 물길 종합평가 및 지침 기준 분석

(1) 물길 상태평가 종합

지표별 데이터의 평가결과는 [표 4-23]과 같다. 9개 물길 중 모든 항목에 대해 평균값에 미치지 못하는 물길비율은 68.5%로 나타났다. 즉, 일부 특정 물길의 값이 커 평균값 상승을 견인했지만, 대다수 물길은 평균값에 미치지 못하는 것이다.

물길의 역할수행 및 바람직한 운영관리를 위해서는 9개 물길의 상태를 모든 지표에서 평균값 이상으로 개선할 필요가 있다. 특히, 안전성과 생태성 항목을 측정할 지표에서 전체 물길의 77% 물길이 평균에 미달한 것으로 나타나 개선이 가장 필요한 항목으로 나타났다.

[표 4-23] 서울시 9개 물길 세부지표별 평가결과 종합

평가분야	세부평가지표	항목별 전체평균	평균미달 실개천 개소
안전성	야간조명	46(개소)	7개
	보행자 안전관리	5.2(m)	6개
	배수계획	-	모두 미검토 지역
경관성	물길형태	-	7개=곡선형, 2개=일자형
	수경시설	4(개소)	5개
생태성	조성식물	440(m ²)	6개
	수중식물	170(m ²)	7개
운영관리	용수공급	840(m ³ /일)	8개
	수질 조사	5.0(BOD, mg/L)	3개
	수질오염 방지시설	-	6개 실개천 미설치
	관리주기	91	7개
	동절기 관리		8개 실개천 미관리
	관리원 수	3	6개
	종합통제실 설치		8개 실개천 미운용
	운영관리비용	21,700	8개
접근성	접근성	2	6개
사용성	사용성	9	5개

(2) 지표별 종합지수 분석

평가지표 수준을 평가하기 위해 산출된 지수를 활용해 양호·열악한 지표를 확인하였다. 지수의 최댓값은 1, 최솟값은 5, 중앙값은 0.5이다. 즉, 가장 상태가 양호한 지표의 지수 값은 1이며, 반대로 가장 열악한 상태의 지수 값은 0이다. 지표별 종합지수는 물길을 평가한 지표들의 종합적 상황을 의미한다. 단, 합산과정에서 반영된 가중치는 앞서 설명한 바와 같이 동일가중치(Equal-Weight)를 부여하였다. 개별 지표 지수 값과 종합지수를 산출 및 분석하여 물길의 상태를 점검한다([표 4-24]).

[표 4-24] 측정지표 종합지수 산출식

$$\text{측정지표 종합지수} = \frac{\sum i_k \cdot w_k}{n}$$

i_k = 물길별 k 평가지표의 지수 값

w_k = K 평가지표의 가중치 = 동일가중치 = 1

n = 평가지표 수

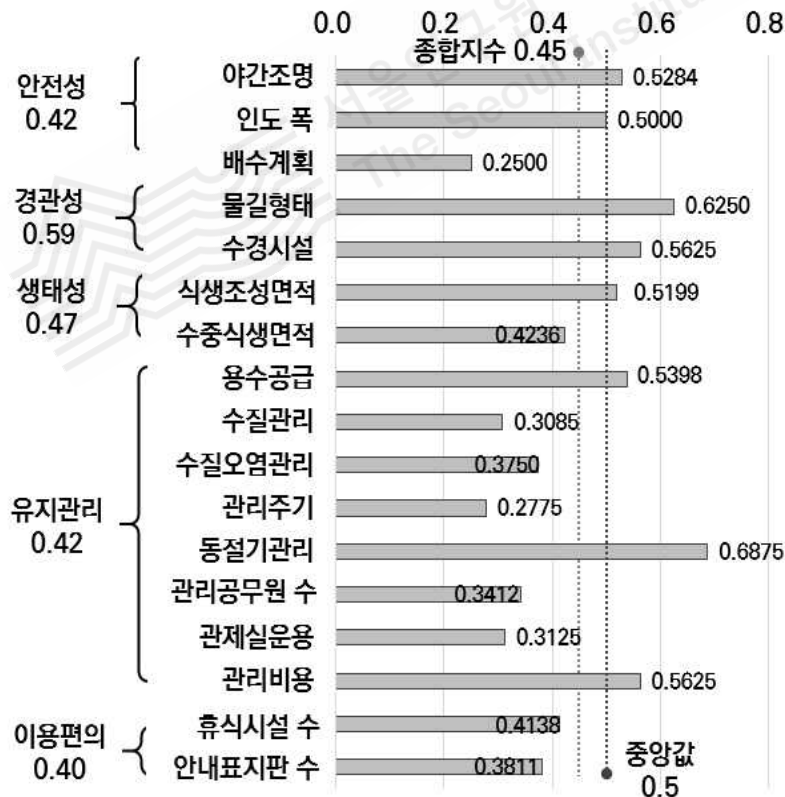
측정지표 종합지수는 0.45로 물길을 평가한 지표의 전반적 상태가 보통수준에 조금 못 미치는 상태로 조사되었다. 지표별로 지수 값이 가장 높은 지표는 운영관리 평가지표인 동절기 관리(0.6875) 지표였다. 다음으로 경관성 측정지표인 물길형태(0.6250), 수경시설 개소 수(0.5625), 운영관리 측정지표인 운영관리비용(0.5625), 안전성 측정지표인 야간조명 개소 수(0.5284) 순이다([그림 4-54]).

이외 보통수준 0.5(중앙값) 이상의 지표는 운영관리 측정지표인 용수공급량(0.5398), 생태성 측정지표인 식생조성면적(0.5199), 안전성 측정지표인 인도 폭(0.5000)이었다. 중앙값 0.5 이상의 항목은 총 17개 항목 중 8개 항목으로 약 47%의 지표가 보통수준 이상으로 나타났다.

지수 값이 중앙값에 못 미쳐 보통수준보다 열악한 것으로 나타난 지표는 안전성 항목 중 배수계획(0.2500), 생태성 항목 중 수중식물(0.4236), 운영관리 항목 중 수질관리(0.3085), 수질오염관리(0.3750), 관리주기(0.2775), 관리공무원 수(0.3412), 관제실운영

(0.3125), 접근성(0.4138), 사용성(0.3811)이다. 평가부문별로는 경관성 측정지표의 지수 값은 모두 보통수준인 중앙값 이상으로 측정되었으며, 안전성 측정 3개 지표 중 2개 지표가 보통수준 이상으로 나타났다. 반면 운영관리 측정 8개 지표 중 동절기 관리계획 수립 여부(0.6875)만이 보통수준보다 높았고 그 외 지표는 모두 보통수준에 미치지 못했다. 또한, 사용성 및 접근성을 측정한 지표는 모두 보통수준 이하로 나타났다. 따라서 물길조성 시 개선이 필요한 필수 반영 조건은 운영관리와 이용 편의 및 사용성 관련 요소이다.

지표의 종합평가에서 가장 열악한 상태를 보인 지표는 5개로서 강우 시 배수계획 수립(0.25), 물길 관리횟수·주기(0.278), 수질관리(0.309), 종합관제실 운영계획(0.313), 관리인력·공무원 수(0.341)이며, 보통수준의 약 50%~68% 수준에 있으므로 기존 물길에서 시급히 개선되어야 하며, 새로이 조성되는 물길에는 같은 문제가 발생하지 않도록 설치단계에서부터 반영되어야 한다.



[그림 4-54] 지표별 지수 값 비교 및 종합지수 산출결과

(3) 물길별 종합지수 분석

물길별 현재 수준을 검토하기 위해 물길별 종합지수를 산정하였다. 단, 합산과정에서 모든 물길의 중요도는 같아서 동일가중치(Equal-Weight)를 적용하여 산출하였다. 산출방식은 [표 4-25]와 같다.

[표 4-25] 물길별 종합지수 산출식

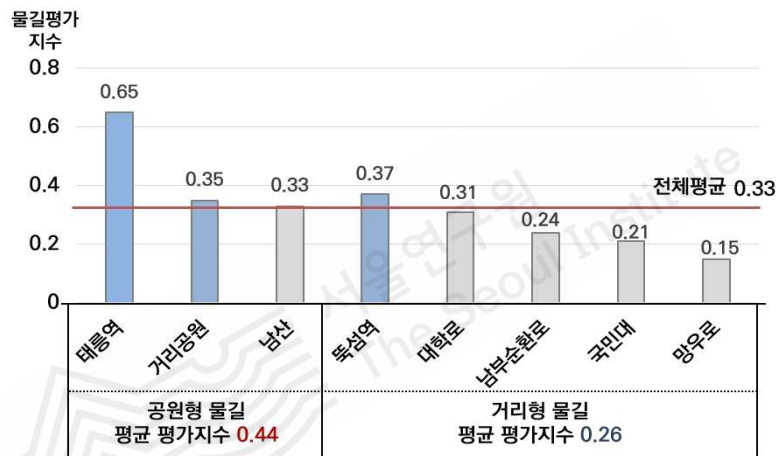
$$\text{물길수준 종합지수} = \frac{\sum i_w \cdot w_w}{n}$$

i_w = 지표별 w 물길 지수 값
 w_w = w 물길 가중치 = 동일가중치 = 1
 n = 물길 수

물길수준 종합지수는 0.33으로 지수 중앙값인 0.5에 크게 미치지 못하는 것으로 분석되었다. 물길별로는 태릉입구역 물길의 지수 값이 0.65171로 가장 높았으며, 중앙값·종합지수 값보다 모두 크게 나타났다. 다음으로 건국대학교 물길이 약 0.385, 독섬역 물길이 약 0.373, 구로거리공원 물길이 약 0.355 순으로 나타났다. 이상의 4개 물길은 모두 종합지수보다 개별지수 값이 높아 보통수준 이상인 물길이다. 반면 남산공원 물길이 약 0.329, 대학로 물길이 약 0.310, 남부순환로 물길이 약 0.240, 국민대학교 물길이 약 0.209 순으로 물길별 지수 값이 낮았고 망우로 물길이 약 0.155로 가장 상태가 열악한 물길로 분석되었다. 이상의 5개 물길은 종합지수 0.33보다 개별지수 값이 낮은 물길로 개선이 우선되어야 할 물길로 구분할 수 있다([그림 4-55]).

물길의 설치 위치에 따라 공원형과 거리형으로 구분할 수 있다. 공원형 물길 중에서는 태릉입구역 물길과 구로거리공원 물길이 종합지수보다 개별지수 값이 높아 평균적인 수준 이상이며, 태릉입구역 물길은 중앙값인 0.5보다 개별지수 값이 높아 보통수준 이상 상태인 것으로 분석되었다. 남산공원 물길과 남부순환로 물길은 모두 종합지수에 미치지 못해 개선이 필요한 것으로 나타났다.

거리형 물길은 독섬역을 제외하고 개별지수 값이 모두 종합지수에 비해 낮게 나타났다. 특히 망우로 물길과 국민대학교 물길은 종합지수의 1/2 수준으로 개선이 시급한 물길로 나타났다. 공원형 물길과 거리형 물길을 비교해보면 공원형 물길의 평균지수 값은 약 0.44로 종합지수보다 0.11 정도 높아 대체로 평균수준 이상인 것으로 분석되었다. 반면 거리형 물길의 평균지수 값은 0.26으로 종합지수보다 약 0.07 정도 낮아 대체로 평균수준 이하로 나타났다. 따라서 공원형 물길보다 거리형 물길의 개선이 시급하다. 마지막으로 건국대학교 물길은 개별지수 값이 종합지수에 비해 높았으나 물길의 특성, 조성 형태 등으로 비추어 서울시 물길에서 제외하고 수경시설로서 관리하여야 할 것이다.



[그림 4-55] 9개 물길운영실태 평가에서 나타난 물길별 지수 값

(4) 물길조성사업의 계획(설계) 및 운영부문 지침 기준 설정

서울시 물길조성사업의 계획·운영지침 기준은 현재 조성된 물길의 평가결과를 토대로 설정했다. 지침 기준은 이미 조성된 물길 및 신규 조성될 물길 모두에 적용될 수 있어야 한다. 또한, 기존 물길에서 드러난 문제점과 한계점을 극복할 수 있어야 한다. 그리고 일정 수준 이상의 서비스(기능)를 일관되게 제공할 수 있어야 한다. 따라서 기준은 너무 높지 않으면서 최소한 반드시 지켜져야 하는 수준에서 제시되어야 한다.

기준설정을 위해 일차적으로 지표의 표준화 데이터값을 활용하여 표준편차를 산출하였다. 산출된 표준편차는 정규분포²²⁾ 가정하에 20% 단위의 누적분포로 등급을 구분하였다. 이

때 좋음 등급(Ⅱ등급)의 하위 경계값과 보통 등급의 하위 경계값의 중앙값을 지침이 수행해야 할 정량적 기준으로 설정하였으며, 산출된 중앙값은 [표 4-26]과 같다.

[표 4-26] 설계 및 운영관리 지침 기준값 결과

계획 요소	지표명	평가점수 경계 구분 및 산출 값				지침 기준
		Ⅳ등급 하위 경계값	Ⅲ등급 하위 경계값	Ⅱ등급 하위 경계값	Ⅰ등급 하위 경계값	
안전성	야간조명	0.0132	0.0405	0.0643	0.09	0.0524
	인도 폭	3.4151	4.6997	5.8253	7.11	5.2625
	배수계획	-				-
경관성	물길형태	-				-
	수경시설	0.0045	0.0083	0.0116	0.02	0.0099
생태성	조성식물	0.0430	0.2292	0.3923	0.56	0.3107
	수중식물	-0.0212	0.0680	0.1462	0.24	0.1071
접근성	안내표지판 수	0	0.0013	0.0029	0.005	0.0021
사용성	휴식시설 수	0	0.0160	0.0404	0.07	0.0282
유지 관리	용수공급	101.86	275.00	426.71	599.85	350.86
	수질	6.48	5.40	4.45	3.37	4.93
	오염방지시설	-				-
	관리주기	-				96
	동절기 관리	-				-
	운영관리원 수	0	0.0059	0.0171	0.0299	0.0115
	종합통제실운영	-				-
	운영관리비용	5,883	10,181	13,947	18,245	12,064

산출된 중앙값은 표준화 데이터로 산정되었기 때문에 해당 값은 별도의 계산과정 없이 지침의 기준으로 즉각 반영될 수 있다. 예를 들어 안전성 부문의 ‘인도 폭’ 지표의 지침

22) 정규모표를 가정하기 위해서는 최소한의 개체 수가 30개 이상이 되어야 하나 조성된 물길의 수가 9개로 정규모표 가정이 제한적이다. 따라서 이 연구에서는 물길이 조성될 수 있는 조건과 환경, 공급될 수 있는 물길의 형태와 규모가 일정하다는 대전제하에 정규모표를 가정함.

기준값은 5.2625이다. 해석하자면 물길은 전반적으로 폭이 약 5.3m 정도의 인도 내 혹은 인접한 인도에 설치되어 있으므로 신규 조성될 물길은 인도 5.3m 이상의 인접한 인도나 인도변에 물길이 설치되어야 한다는 것이다. 반대로 이미 조성된 물길은 인도 폭을 고려하여 폭 5.3m의 인도가 조성되어 있지 않다면 보행안전성을 위해 인도 폭을 넓힐 방안을 마련해야 함을 의미한다. 이와 같은 방식으로 5개 요소 17개 지표에 관한 세부적인 설계·운영관리 지침 설정이 가능하다.



05

서울시 물길조성 활성화 방안

- 1_물길조성 기본방향
- 2_물길조성지침 구성
- 3_서울특별시 물길 설치 및 운영관리 지침
- 4_물길조성 수요 지역 선정
- 5_정책 제언

05 | 서울시 물길조성 활성화 방안

서울시는 시민들의 수변공간에 대한 수요에 부응하기 위하여 2008년부터 하천이 없는 도심지역에 인공적인 물길을 조성하여 왔다. 그러나 이들 물길은 기본방향과 지침이 없고 시민 공감대와 이해당사자 간 협의가 부족한 상태에서 조성되었고 운영 및 운영관리 문제가 발생하고 있어 물길의 기능과 역할이 상실되고 있다. 물길이 서울시를 환경친화적인 도시로 전환시키고, 건전한 물순환 회복과 쾌적한 환경을 가져올 수 있도록 물길조성방안이 필요하다.

이를 위해 서울시의 물길이 도심에 설치되는 인공 수변공간이라는 특성을 고려하여 계획 단계부터 운영단계에 이르기까지 설치와 운영관리에 대한 기본방향 및 지침을 마련하였다. 또한 물길조성지역을 시민수요에 부응하고 도시환경을 쾌적하게 만들며 지하철역사의 유출지하수를 물길의 유지용수로 사용할 수 있는 지역으로 선정하였다.

1_물길조성 기본방향

도시 물순환을 개선하고 기후변화에 적응하는 쾌적한 환경을 조성하기 위하여 설치되고 있는 서울시 물길의 조성 기본방향은 다음과 같다.

첫째, 물길은 서울시가 환경친화적인 도시로 전환되는 기반시설로서 건전한 물순환 회복과 쾌적한 환경을 가져오는 역할을 원활하게 할 수 있도록 조성한다.

둘째, 물길은 시민 요구에 부응하고 시민의 접근성이 용이한 위치에 설치하며 이용 안정성이 충분히 확보되도록 조성한다.

셋째, 물길은 시민들이 수변공간에서 휴식할 수 있도록 깨끗한 물이 흐르도록 조성하며, 유지용수는 지속적으로 안정되게 확보할 수 있는 용수로서 인근 지하철 역사에서 유출되는 지하수 등을 활용하도록 한다.

넷째, 물길은 조성 후에 운영 및 운영관리상의 문제가 발생하지 않도록 계획단계부터 운영단계까지 도심 속 인공 수변공간으로서 기능이 지속적으로 유지되도록 조성한다.

2_물길조성지침 구성

1) 물길조성지침 고려사항

서울시에 조성된 9개 물길의 설치 및 운영 문제점을 파악하고 개선 방향을 도출하여 지침에 반영하였다. 기존 물길의 문제점은 크게 3가지로 시민수요에 부합되지 않는 수요 지역 선정, 이용자 측면에서 고려되지 않은 시설, 지속적이고 원활하지 못한 운영 및 운영관리 문제로 나타난다.

지침 고려사항_1, 물길조성지역은 시민 이용성과 주변지역의 여건을 고려하여 선정할 필요가 있다. 일부 물길은 시민들이 접근하기 어렵고 유동인구가 거의 없는 위치에 설치되어 활용도가 상당히 낮은 상태이다. 인근에 하천이 흐르고 있어 수변공간 서비스 혜택 지역임에도 물길을 조성하여 효율성과 이용성이 낮은 문제가 있다.

지침 고려사항_2, 물길조성지역은 물길의 유지용수를 안정적으로 확보할 수 있도록 인근에 지하철역사의 유출지하수를 공급받을 수 있는 지역으로 선정할 필요가 있다. 일부 물길은 유지용수를 확보하기 어려운 위치에 설치되어 있으며 이러한 물길은 수돗물로 유지용수를 공급하고 있다. 이들 물길은 「서울특별시 물환경종합관리계획」에서 제시하고 있는 수변공간 혜택 지역 확대에 기여하지 못하며, 버려지는 수자원을 재활용하는 사업목적에 부합되지 못하고 있다.

지침 고려사항_3, 물길은 이용하는 시민의 요구에 다양하게 부응할 수 있도록 조성할 필요가 있다. 일부 물길은 이용자를 고려하지 않고 경관성에 치우친 설계로 다양한 물길의 공익기능을 하기 어려운 상태이다. 물길 종합평가 결과 물길 계획요소 중 경관성 평가지표는 모든 지표가 보통수준 이상이였다. 그러나 운영관리성, 사용-접근성, 생태성 평가지표는 해당 부문 전체 지표의 50% 이상이 보통수준 이하로 나타났다. 또한, 노면 등 외부

오염물질이 쉽게 유입되고 있으며 수질을 깨끗하게 운영관리할 수 있는 시설을 갖추고 있지 않아 녹조가 빈번하게 발생하고 쓰레기가 쌓여 악취 발생 등의 문제가 발생하고 있다.

지침 고려사항_4, 물길은 운영관리가 원활하게 이루어지도록 계획하고 독립된 예산을 확보할 필요가 있다. 물길 종합평가 결과 운영관리 부문의 8개 지표 중 물길의 가동 기간과 직접적 관련이 없는 동절기 관리계획 수립 여부 지표를 제외한 7개 지표의 지수 값이 보통 수준 이하로 평가되었다. 이와 같은 결과는 서울시 시정여론조사의 물길 만족도 및 우선 개선 필요사항에서도 동일하게 나타난다. 또한, 예산의 계획과 집행이 다른 사업에 포함되기 때문에 물길의 유지·보수가 쉽지 않은 상황이다.

기존 물길조성에서 나타난 문제를 해결하기 위하여 위의 4가지 지침 고려사항을 계획단계부터 운영단계에 이르기까지 반영하여 물길의 설치와 운영관리에 대한 지침을 마련하였다.

2) 물길조성지침 단계별 구성

물길조성지침은 물길이 방향과 목적에 부합하고 제시되고 있는 문제점과 한계점을 극복하고 일정수준 이상의 서비스 질을 제공할 수 있는 내용으로 구성되어야 한다. 그러나 도심 속에 인공수변공간으로 조성되는 물길에 대하여 설치 및 운영관리에 대한 유사 지침과 관련 자료를 확보할 수 없는 상황이다. 서울시 물길조성지침을 지역 여건을 고려하여 합리적으로 마련하기 위하여 기존 9개 물길의 설계 인자와 운영관리데이터를 표준화 및 지수화하는 과정을 거쳐 물길조성 필요항목별 기준을 마련하였다.

물길조성의 지침은 크게 2가지로 구성된다. 물길의 설치지역 지침과 시설설치에서부터 운영관리 및 예산에 관한 지침이다

첫째는 물길이 설치되는 지역에 관한 지침이다. 기존 물길은 주변지역의 여건 및 상황을 고려하지 않은 채 물길을 조성·공급하여 설치 효과성과 타당성이 떨어지는 것으로 조사되었다. 물길이 본래의 기능을 충실히 발현하기 위해서는 도시의 환경적 여건을 고려해 필요성이 높은 지역에 설치되어야 한다. 또한, 많은 시민이 수변공간 혜택을 받을 수 있는 지역을 선정해 효과성을 높여야 한다. 마지막으로 사업의 원활한 추진 및 운영을 위해서 물

길에 공급될 유지용수 확보가 가능한 지역을 선정해 사업 효율성을 높여야 한다.

둘째는 물길의 시설설치에서부터 운영관리 및 예산에 이르는 계획요소 전반에 관련한 내용이다. 계획요소 지침은 시민 이용성을 반영할 수 있는 설치 및 운영관리 내용을 제시한다. 기존 9개 물길이 시민 이용성에 대하여 고려되지 않아 이용만족도와 사업 인지도가 낮게 평가되는 부분을 개선하기 위한 목적을 갖는다. 또한, 물길운영의 지속성을 고려하여 내용을 구성한다. 일부 물길은 운영관리 방안을 모색하지 않고 물길의 조성·공급에만 주력해 유희되었으며, 정상적으로 가동되더라도 운영관리 어려움으로 오히려 쾌적성을 저해하는 애물 시설로 전락하였기 때문이다. 아울러 합리적인 예산 편성을 위해 건설비와 운영관리 비용을 산출하여 관리의 안정성을 확보한다. 이상의 내용은 [표 5-1]과 같다.

[표 5-1] 서울시 물길조성지침 수립과정 및 구성

1단계 문제진단 과정		2단계 개선방안 과정		3단계 최종단계
과정	내용	과정	내용	수립
주변 환경, 시민 만족도 조사결과	- 기존 수변공간 서비스 중복 및 불균형 - 주변지역 환경 미고려 - 유동인구 미고려 - 유지용수확보 어려움	설치 대상지 계획	1) 수변공간 미혜택 지역 선정 (→ 형평성 있는 수변공간 서비스 제공) 2) 도시환경문제 해소 (→ 폭염, 높은 불투수면 해소) 3) 많은 시민이 수변공간 혜택 받을 수 있는 지역 선정 (→ 유동인구 큰 지역) 4) 유지용수 확보 가능 지역 선정 (→ 도시 물순환 회복)	시민 요구에 부응하는 대상지 선정 지침 수립
기존 물길 종합평가 결과	- 경관 위주 설계 - 운영관리 기능 미흡 - 이용 편의·접근성 미고려 - 다른 예산에 편입된 예산집행	물길 계획	1) 시민 접근성과이용성 고려한 설치 및 운영관리 기준 2) 물길 운영관리 지속성 고려한 기준 3) 형태 및 기능 고려한 기준 4) 합리적 독립예산 편성으로 설치와 관리 안정성 확보	지속성 있는 설치 및 운영지침, 예산지침 수립

3_서울특별시 물길 설치 및 운영관리 지침

서울시 물길조성지침은 「서울특별시 물길의 설치 및 운영관리에 관한 지침」으로 칭한다. 지침은 크게 2장으로 구성하며, 1장은 물길의 설치지역에 관한 부문이며, 2장은 물길의 시설설치 및 운영관리에 관한 부문이다.

1) 물길의 설치지역 선정 지침

「서울특별시 물길의 설치 및 운영관리에 관한 지침」의 1절인 물길의 설치지역에 관한 부분이다. 이 부분은 물길 설치로 기후변화 적응성을 확보할 수 있도록 하는 것을 목적으로 하며 이용성, 환경성, 물순환의 3개 부문에 대하여 3개 지표항목으로 구성하고 각 항목에 대한 적용기준을 마련하였다([표 5-2]).

【표 5-2】 서울특별시 물길의 설치지역에 관한 지침 내용

목적	부문	지표항목	일반기준
기후변화 적응성	서비스 형평성	수변공간 서비스 미혜택 지역	서울시 법정하천 및 소하천 반경 500m 이외 지역
	환경성	지역 불투수율	시가지로 평균 불투수율이 80% 이상인 지역
	이용성	유동인구	많은 시민이 수변공간 혜택을 받을 수 있는 유동인구 500명 이상 지역
	물순환	지하철역사 유출지하수 발생량 확보	유출지하수가 300㎥/일 이상 발생하는 지하철역사가 위치하고 있는 지역

2) 물길의 시설설치 및 운영관리 지침

서울시 「물길의 설치 및 운영관리에 관한 지침」의 2장인 물길의 시설설치 및 운영관리에 관한 분야이다. 이 부문은 물길의 운영이 환경성, 안정성, 편의성, 지속성을 확보할 수 있도록 하는 것을 목적으로 하며 경관성, 생태성, 보행안전성, 이용자편의성, 수질 및 유지용수, 청소운영관리, 관리조직체계의 7개 부문 15개 지표항목으로 구성되며 각 항목에 대한 일반기준을 설정하였다. 또한, 지침의 적용기준에서 물길의 형태, 이용 특성, 설치 위치, 예산 편성 등 여건을 고려하여 적용할 수 있도록 선택기준을 별도로 제시하였다([표 5-3]).

[표 5-3] 물길의 시설설치 및 운영관리 지침 내용

목적	부문	지표항목	일반기준	선택기준
환경성	경관성	수경시설 설치	• 물길연장(m)당 0.01개 조성 • 1km당 10개 설치	수요 및 예산 고려해 설치
		물길형태	• 생태 및 경관성 고려해 곡선형 조성	보행로를 잠식하지 않는 범위에서 결정
	생태성	수변식생 조성	• 물길연장(m)당 0.31㎡ 조성 • 1km당 310㎡ 조성	물길의 형태에 따라 적용
		수중식생 조성	• 물길연장(m)당 0.1㎡ 조성 • 1km당 100㎡ 조성	물길의 형태에 따라 적용
안전성 편의성	보행 안전성	야간 보행안전	• 물길연장(m)당 0.05개 설치 • 1km당 20개 조성	-
		보행편의 및 강우 시 보행안전	• 5m의 인도(보행로) 폭 유지 • 강우(強雨) 시 우수 배수시설 설치	-
	이용자 편의성	정보전달	• 물길연장(m)당 0.002개 설치 • 1km당 2개소 설치	-
		휴식시설	• 물길연장(m)당 0.03개 설치 • 1km당 30개소 설치	-
지속성	수질 및 유지용수	수질관리 방식	• 이용형태, 기능 고려해 방지시설 설치	-
		수질 유지	• BOD 5mg/ℓ 유지	친수용은 3mg/ℓ, 경관용은 5mg/ℓ
		확보 유지용수량	• 350㎥/일 이상 확보	-
	청소 운영관리	관리인력	• 물길연장(m)당 0.01명 배치 • 1km당 10명 증원	-
		청소관리	• 월 1회 이상	도심형은 월 7회 공원형은 월 1회
	관리조직 체계	직영체계	• 관리인력, 정보제공 인력, 위기대응인력 탄력적 배치 • 관리대장 작성	시민수요 및 위기상황 발생 가능성 고려
		위탁운영체계	• 전문기관 위탁관리 가능, 위탁업체 평가 실시	지역주민 및 시민단체의 관리·모니터링 참여 고려

(1) 환경성에 관한 지침

물길조성은 도시지역에서 발생하고 있는 기후변화를 완화하고 어메니티를 증진해 쾌적한 도시환경을 조성하기 위한 공간사업이며 물순환 회복사업이다. 환경성에 관한 지침은 ‘친환경적이고 쾌적한 도시환경 조성’을 이행할 지침으로 경관성과 생태성 4개 부문으로 구성되며, 이 중에서 경관성과 생태성 부문의 기준은 설치지역에 따라 여건을 고려하여 선택적으로 적용한다.

○ 경관성에 관한 지침은 물길 내·외부에 설치될 수경시설과 유로 형태에 대한 기준을 제시한다. 수경시설은 물길연장(m)당 0.01개를 조성하는 것으로서 연장 1km 물길을 조성할 때 10개소의 수경시설을 설치해야 함을 의미한다. 다만, 수경시설의 설치는 건설비가 급격히 증가하는 요소이므로 시민수요와 재정여건을 고려하여 설치 여부를 선택한다. 물길의 형태는 생태성 및 경관성을 고려하여 가급적 곡선형으로 조성하는 것으로 한다. 직선형·자연형 유로는 유속을 일정하게 유지하기 어려워 토양이 유실될 가능성이 크고, 형태가 단조로워 곡선형보다 경관성 향상이 상대적으로 미약하다. 단, 곡선형 유로는 직선형 유로보다 넓은 조성면적이 요구되므로 보행로를 침식하지 않는 범위에서 유로 형태를 결정하는 것을 권장한다.

○ 생태성 부문은 하상(河床)에 조성될 수중식생의 면적과 수변공간에 조성될 식생의 면적 기준을 제시한다. 수중식생 면적은 물길연장(m)당 0.31m^2 를 조성해야 한다. 1km 물길을 조성할 때 310m^2 의 수중식생을 함께 조성해야 한다. 수변식생 면적은 물길연장(m)당 0.1m^2 를 조성해야 한다. 1km 물길을 조성할 때 100m^2 이상의 수변식생을 함께 조성해야 한다. 단, 물길의 형태(자연형·인공형·절충형)에 따라서 적용 여부를 달리 결정한다.

(2) 안전성 및 편의성에 관한 지침

안전성 및 편의성 관련 지침은 ‘누구나, 언제나 안전하게 이용할 수 있는 편안한 물길조성’을 목표로 한다. 이를 위해 보행안전성과 이용자 편의성 부문의 4개 지표항목을 규정하고 있다.

○ 보행안전성 부문은 야간 보행안전, 보행 편의 및 우천 시 보행안전을 확보할 수 있는

기준을 제시한다. 어두운 야간에도 물길을 이용·통행할 수 있도록 야간조명을 물길연장(m)당 0.05개소씩 설치한다. 1km의 물길을 조성할 경우 최소한 20개소의 야간조명을 설치해야 한다. 또한, 통행 간 안전사고 방지를 위해 최소 5m 이상의 보행로 폭이 유지되어야 한다. 그밖에 강우(强雨) 시 우수 유출량을 고려해 우수배수시설을 설치해 안전성을 확보한다.

- 이용자편의성 부문은 물길의 조성목적·이용방법·수질 등의 정보를 담은 안내표지판의 설치 개소 수와 이용자가 휴식을 취할 수 있는 시설 수를 제시한다. 물길 정보를 담은 표지판은 물길연장(m)당 0.002개를 설치해야 한다. 1km의 물길조성 시 최소한 2개소 이상의 안내표지판을 설치하여 물길 관련 정보를 제공해야 한다. 휴식시설은 물길연장(m)당 0.03개를 설치해야 한다. 1km의 물길조성 시 최소한 30개의 휴식시설을 설치해 휴식공간으로서의 역할수행을 할 수 있어야 한다.

(3) 지속성에 관한 지침

지속성은 물길이 제공하는 수변공간 서비스 혜택을 일정한 수준으로 일관되게 공급하기 위한 부문으로 ‘수변공간 서비스 품질의 지속성 확보와 지속적 공급’을 목표로 한다. 물길에 공급될 용수, 유로 및 수변공간의 정리상태, 관리체계 부문의 7개 지침을 제시하며, 물길의 설치 위치·이용형태에 따라 운영관리 방식이 달리 적용되어야 하므로 일반기준과 함께 선택기준이 제시되어 있다.

- 수질 및 유지용수 부문은 물길의 핵심적인 요소로 필요한 용수의 확보, 용수의 수질관리 방식, 용수의 수질 기준을 제시한다. 물길에 공급될 용수는 하루에 350m³ 이상을 확보해야 하며, 공급된 용수는 BOD(생화학적 산소요구량: Biochemical Oxygen Demand) 5mg/ℓ 이하로 관리해야 한다. 제시된 수질 기준은 경관용 물길의 관리기준으로 「환경정책기본법」 시행령 제2조에서 제시한 생활환경기준 Ⅲ등급(보통)에 해당하는 수준이다. 그러나 경관용이 아닌 친수용 물길²³⁾은 이용자가 물을 직접 이용하므로

23) 친수용 물길은 물을 직접 이용하는 시설로 경관형과는 이용형태에서 차이가 있으며 법정용어로 “물놀이형 수경시설”로 구분될 수 있다. 물놀이형 수경시설은 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」 제2조19목에 의해 정의되는 시설로 수돗물, 지하수 등을 공급·이용하는 인공시설물(분수, 연못, 폭포, 실개천 등) 중 일반인에게 개방되어 이용자의 신체와 직접 접촉하는 형태로 이용(물놀이)되는 시설이다. 이용자가 물을 직접 신체에 접촉하므로 더 엄격한 기준으로 관리되어야 함.

경관용 물길보다 엄격한 기준을 적용해 BOD 3mg/ℓ 이하로 관리해야 한다. 유지용수의 수질과 관련한 그 밖의 사항은 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」 시행규칙 제89조의3에서 정하고 있는 기준(별표 19의2)을 준용한다. 유지용수의 수질관리 방식은 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」 및 「먹는물 수질 기준 및 검사 등에 관한 기준」이 정하는 시설 규격에 맞는 오염방지 및 처리시설을 통해 관리한다.

- 청소운영관리 부문은 물길 주변 및 유로 내부를 정리·정돈·청소하기 위한 인력 배치와 청소관리주기²⁴⁾ 기준을 제시한다. 관리인력은 물길연장(m)당 0.01명을 배치해야 한다. 만약 1km의 물길조성 시 10명의 관리인력을 증원·배치해야 한다. 청소관리 주기는 최소한 월 1회 이상을 목표로 관리되어야 한다. 단, 이용자 수가 많은 도심지형(거리형) 물길은 관리횟수를 늘려 월 7회(또는 주 2회) 이상 청소관리를 하도록 한다.
- 마지막으로 관리조직체계 부문은 관리 주체별로 구분하여 자치구 직영관리 지침과 전문기관의 위탁관리 지침으로 구분하여 제시한다. 직영체계에서는 위기상황의 발생, 물길 정보제공 등 이용자 측면에서의 수요를 고려해 관리인력을 탄력적으로 배치해야 하며, 발생할 수 있는 문제를 즉각적으로 해결할 수 있도록 해야 한다. 또한, 관리 상태를 일지형태로 기록해 피드백(Feed-Back) 자료(근거)로 활용한다. 위탁운영체계의 경우 인증된 전문기관에서 위탁관리를 시행하며, 위탁관리 시 일정 주기별로 업체 및 관리 상태를 주기적으로 평가해야 한다. 이때 지역주민과 관련 시민단체를 연계하여 모니터링하는 방안을 적용할 수 있다.

3) 물길조성건설비 및 운영관리비

(1) 물길조성예산 구성

물길조성에 필요한 예산은 건설비와 운영관리비로 구성된다. 물길을 설치 및 운영관리 시 발생할 수 있는 비용을 합리적으로 편성하고 확보하기 위해 조성건설비와 운영관리비를 산출한다. 산정방식은 기존 사업에서 지출된 금액을 회귀분석모형(Single or Multiple

24) 청소는 물길 주변의 정리·정돈 및 상태 점검을 겸하는 수준을 의미함.

Regression Model)을 활용하였다. 회기분석의 기초자료는 건설비의 경우 물길조성공사 기간에 투입된 총예산을 활용하였고, 운영관리비²⁵⁾는 용수공급비(전기비)²⁶⁾와 청소비용을 합산한 금액으로 산정하였다. 물길 건설비 및 운영관리비 산정식은 [표 5-4]와 같다.

[표 5-4] 물길조성의 건설비 및 운영관리비 산정식

건설비(다중회귀모형) 산정식	운영관리비(단일회귀모형) 산정식
$y = -2,181 \cdot \ln(x_1) + 11,927 \cdot (x_2) + 16,203$	$y = -0.0042 \cdot x + 17.924$
y = 단위연장(1m)당 건설비용(천 원) x_1 = 물길연장(m) x_2 = 수준별 종합지수 ¹⁾	y = 단위연장(1m)당 연간 운영관리비용(천 원) x = 물길연장(m)

주 1) 종합지수(지표별 지수 총합)의 분포는 표준정규분포를 가정함. 이때 분포의 누적면적을 20%·40%·50%·60%·80%로 구분하여 각 누적면적의 경계에 해당하는 종합지수 값으로 설정함

(2) 물길조성건설비 산정

건설비 추정은 다중회귀모형을 활용하였다. 종속변수는 단위연장(1m)당 건설비용(천 원)으로 설정하였고, 독립변수는 물길연장(m)과 수준별 종합지수로 설정하였다. 이 모형은 물길의 규모와 물길의 수준을 동시에 고려할 수 있다는 장점이 있다. 추정된 x_1 의 표준화 계수(Beta)는 -2,181로 물길연장은 단위연장(1m)당 건설비용에 부의 효과를 주는 것으로 나타났다. 독립변수 x_2 의 표준화 계수는 11,927로 수준별 종합지수는 단위연장(1m)당 건설비용에 정의 효과를 주는 것으로 나타났다. 따라서 이 산정식은 물길의 전반적 상태를 나타내는 수준별 종합지수를 상향할 경우 단위연장(1m)당 건설비 역시 함께 증가하지만, 물길연장은 증가할수록 단위연장(1m)당 건설비를 감소시킨다. 현재 지침에서 제시하고 있는 수준으로²⁷⁾ 물길 1km를 조성할 경우 1m당 약 712만 원의 건설비가 필요해

25) 기존 물길 중 운영관리비를 독립편성한 경우가 없어 용수송출비와 청소비용 이외의 항목은 집계가 불가능함.

26) 유출지하수나 저류지에 저장된 우수 등을 물길로 송출하는 과정에서 송수 펌프를 가동하는 데 발생하는 전기료를 의미, 예산에서 가장 높은 비중을 차지함.

71억 2천만 원이 소요된다.

(3) 물길조성운영관리비 산정

운영관리비 추정은 단일회귀모형을 활용하였다. 종속변수는 단위연장(1m)당 연간 운영관리비용(천 원)으로 설정하였고, 독립변수는 물길연장(m)으로 설정했다. 건설비 추정방식과 달리 운영관리비 추정방식에서는 물길의 수준을 고려하지 않았다. 추정된 독립변수의 표준화 계수는 -0.0042로 물길연장은 단위연장(1m)당 연간 운영관리비에 부의 효과를 주는 것으로 나타났다. 운영관리비는 물길 1km 조성 시 1m당 연간 약 13,000원의 운영관리비가 필요하여 총 1,372만 원이 소요된다. 두 모형은 9개 물길 데이터를 토대로 분석되었기 때문에 통계적 기법을 활용하기 위한 최소 개체 수²⁸⁾를 충족하지 못한다는 한계가 있다. 그러나 설치된 물길 수가 과소하고 설치 조건 및 규모를 결정지을 수 있는 물리적 조건이 서로 비슷하다는 대전제를 토대로 분석했기 때문에 조성될 물길의 수가 일정 수준 이상까지 적용될 수 있다고 판단된다.

4_물길조성 수요 지역 선정

물길조성이 필요한 지역은 앞부분에서 마련한 「서울특별시 물길의 설치 및 운영관리에 관한 지침」의 1장인 물길의 설치지역에 관한 부분에서 규정하고 있는 일반기준을 적용하여 선정하도록 한다.

1) 물길조성 수요 지역 검토

물길은 시설의 필요성, 효율성 및 효과성을 만족하는 지역에 조성하여야 한다. 기존의 물길은 물길의 주변지역과 무관하게 설치하여 수변공간 서비스가 중복되고 유지용수공급이

27) 누적분포 면적 50%로 보통수준을 의미함.

28) 중심극한정리(Central Limit Theorem)에 의해 정규분포(Normal Distribution)를 가정하기 위해서는 표본 수가 30개 이상이어야 함.

어려우며 시민 이용이 낮은 문제점을 가지고 있다. 따라서 물길이 조성될 수요 지역은 많은 시민이 이용 가능하며, 수변공간이 부족하고 버려지는 수자원을 재이용할 수 있는 지역으로 선정한다.

물길조성 수요 지역은 다음의 4가지 조건을 만족하여야 한다. 첫째로 하천을 접하기 어려운 지역에 물길을 설치해 수변공간 서비스 혜택 100% 공급이라는 「서울특별시 물환경종합관리계획」의 목표를 달성해야 한다. 둘째로 유동인구가 많은 지역에 물길을 설치해 더 많은 시민에게 물길조성서비스를 제공할 수 있어야 한다. 셋째로 시가지의 수변 및 녹화공간이 부족한 지역에 물길을 설치하여 쾌적한 도시환경을 조성하여야 한다. 마지막으로 버려지는 수자원이 많은 지역을 선정해 수자원 효율성을 증진하고 건전한 물순환체계 구축에 이바지할 수 있어야 한다.

선정조건을 측정하기 위해 활용된 자료와 분석방법은 다음과 같다.

첫째, 하천을 접하기 어려운 지역 즉, 수변공간 서비스 미혜택 지역을 추출하기 위해 서울시 시가지 면적 496.7km² 중 법정하천 및 소하천으로부터 500m²⁹⁾ 이상 떨어진 지역을 추출하였다. 둘째, 유동인구가 많은 지역을 선정하기 위해 서울시 1,217개 지점에서 측정된 일평균 유동인구 데이터를 활용해 역거리가중치 보간법(Inverse Distance Weighted Geometric Interpolation)으로 일평균 유동인구 수준인 500명 이상 지역을 추출하였다. 셋째, 녹화공간이 부족한 지역은 불투수토양면적비를 데이터를 활용해 서울시 시가지지역 평균 불투수율 수준인 77%에 근접한 80% 이상 지역을 추출하였다. 마지막으로 서울시 266개 지하철역사에서 발생하는 유출지하수 데이터를 활용해 역거리가중치 보간법으로 일평균 발생 유출지하수 300m³ 이상 지역을 산출하여 추출하였다. 물길조성 수요 지역 선정조건 및 추출방법은 [표 5-5]와 같다. 조건별로 추출된 지역은 모든 조건이 중첩되는 지역만을 재추출하여 물길조성이 필요한 수요 지역으로 선정한다.

29) 도보 7~10분 거리를 물길 접근 가능지역으로 설정하여 그 외의 지역은 수변공간 서비스 미혜택 지역으로 분류함.

[표 5-5] 물길조성 수요 지역 선정조건별 추출방식 및 활용데이터

선정조건	활용데이터	추출방식	기대 효과	구분 ¹⁾
수변공간 서비스 미혜택 지역	새주소시스템 (2015)	• 서울시 시가지 면적 중 법정 하천, 소하천 500m 이외 지역 추출	형평성 확보	기본 조건
불투수율 80% 이상 지역	서울시 도시생태현황도 (2015)	• 서울시 시가지 면적 중 불투수토양면적비율 80% 이상 측정지 추출	환경성 확보	매개 조건
유동인구 500명/일 이상 지역	서울시 연도별 유동인구 및 사업체 정보 (2015)	• 1,217개 지점의 일평균 유동인구 데이터 면형화 • 서울시 시가지 면적 중 일평균 유동인구 500명 이상 지역 추출	시민 요구부응	
지하철역사 발생 유출지하수 300m³/일 이상 지역	서울시 지하철역사별 지하수 발생 및 이용현황 (2013)	• 266개 지하철역사 발생 유출지하수 데이터 면형화 • 서울시 시가지 면적 중 발생 유출지하수 일평균 300m³/일 이상 지역 추출	지속성 확보	

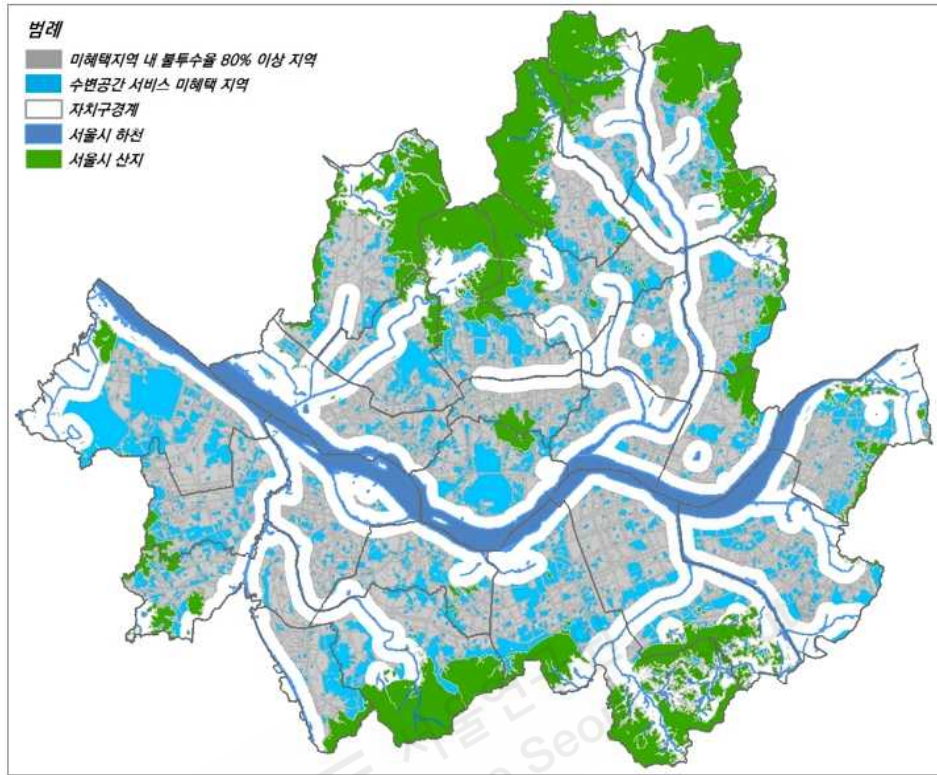
주 1) 물길조성 수요지역 선정과정에서, 기본조건은 필수적으로 적용되는 조건(수변공간 서비스 미혜택 지역)이며, 기본조건에 대해서 매개조건은 선택적, 개별적 또는 전체적으로 적용되는 조건(유동인구, 불투수율, 유출지하수)임

2) 물길조성 수요 지역 선정조건

(1) 수변공간 서비스 미혜택 지역에서의 불투수율 80% 이상 지역

하천으로부터 500m 이외 지역인 수변공간 서비스 미혜택 지역 중 시가지화 평균인 불투수율이 80%보다 높은 지역은 [그림 5-1]과 같이 추출되었다. 이 지역은 상대적으로 녹화공간이 부족하고 기온이 높아 건조한 지역이다. 추출된 지역은 서울시 전역에 고르게 분포하고 있으며 수변공간 서비스 미혜택 지역의 대부분을 차지하고 있다.

불투수율 80% 이상인 지역의 면적은 약 159km²로 서울시 시가지 면적의 약 32%에 해당한다. 이 지역에 물길을 조성할 경우 수변공간 혜택률은 현재의 47%에서 약 32%가 상승하여 79%에 이르며 약 314만 명의 시민이 추가로 수변공간 서비스 혜택을 볼 수 있게 된다.



[그림 5-1] 수변공간 서비스 미혜택 지역에서의 불투수율 80% 이상 지역 분포

[표 5-6] 수변공간 서비스 미혜택 지역에서의 불투수율 80% 이상 지역

지역 구분	자치구	추출지역 ¹⁾ 면적(km ²)	추출지역 자치구 면적률 ²⁾	추출지역 내 거주인구(만 명)
한강 남측 11개 자치구	강남구	12.7	37%	19
	강동구	6.7	30%	14
	강서구	10.9	27%	15
	관악구	6.6	36%	19
	구로구	6.5	37%	16
	금천구	4.7	41%	10
	동작구	7.0	43%	17
	서초구	8.3	26%	10
	송파구	8.5	25%	16
	양천구	8.3	50%	24
	영등포구	6.2	25%	10
	합계	86.5	32%	163
한강 북측 14개 자치구	강북구	5.5	48%	15
	광진구	5.4	35%	13
	노원구	4.2	20%	12
	도봉구	2.5	20%	7
	동대문구	4.6	32%	11
	마포구	6.3	27%	10
	서대문구	5.2	32%	10
	성동구	3.6	21%	6
	성북구	5.3	28%	13
	용산구	5.6	27%	6
	은평구	8.0	43%	19
	종로구	5.1	32%	5
	중구	5.2	58%	7
	중랑구	6.4	41%	16
	합계	72.9	32%	151
서울시 총합		159.4km ²	32%	≈314만 명

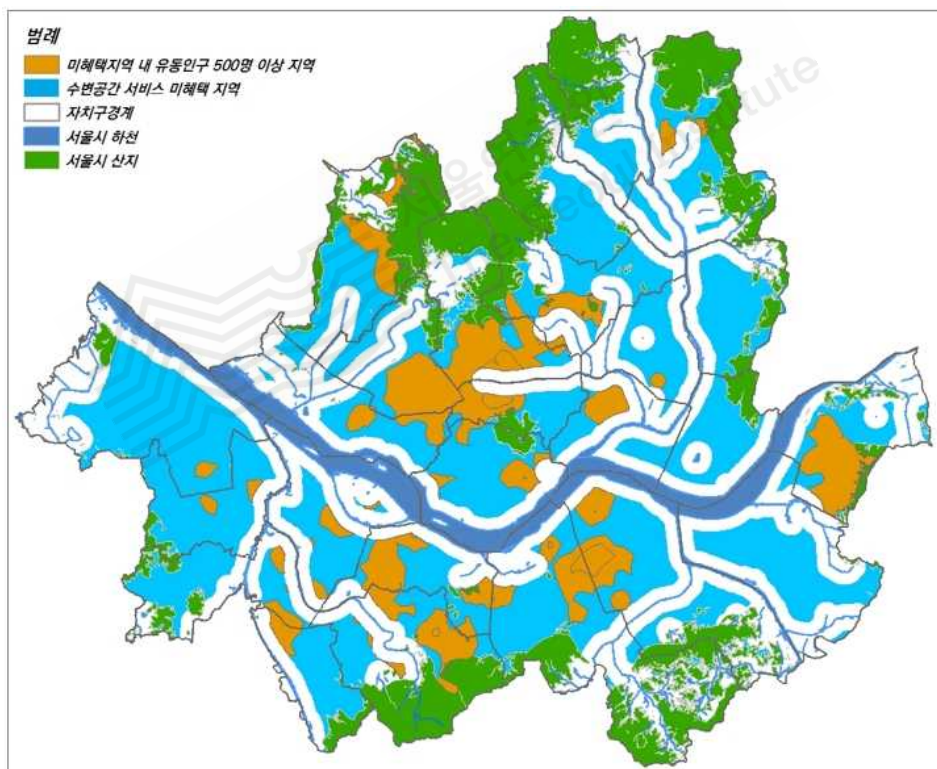
주 1) 추출지역 = 수변공간 서비스 미혜택 지역 중 불투수율 80% 이상 지역

주 2) 자치구 면적은 전체면적이 아닌 자치구 시가지 면적을 의미함

(2) 수변공간 서비스 미혜택 지역에서의 일평균 유동인구 500명 이상 지역

하천으로부터 500m 이외 지역인 수변공간 서비스 미혜택 지역 중에서 유동인구가 많은 지역은 [그림 5-2]와 같이 추출되었다. 이 지역은 유동인구가 많은 도심지 지역과 시 외곽의 신시가지 위주로 분포하여 물길조성 시 수변공간의 확장과 함께 많은 시민이 물길을 이용할 수 있어 효과성이 증대되는 지역이다.

수변공간 서비스 미혜택 지역 중에서 유동인구가 많은 지역의 면적은 약 59.0km²로 서울시 시가지 면적의 약 12%에 해당한다. 해당 지역에 물길을 조성할 경우 수변공간 혜택률은 47%에서 약 12% 상승하여 59%를 달성하게 되고 약 117만 명의 시민이 추가로 수변공간 서비스 혜택을 볼 수 있다.



[그림 5-2] 수변공간 서비스 미혜택 지역에서의 일평균 유동인구 500명 이상 지역 분포

[표 5-7] 수변공간 서비스 미혜택 지역에서의 일평균 유동인구 500명 이상 지역

지역 구분	자치구	추출지역 ¹⁾ 면적(km ²)	추출지역 자치구 면적 ²⁾ 률	추출지역 내 거주인구(만 명)
한강 남측 10개 자치구	강남구	4.9	14%	8
	강동구	6.4	29%	13
	강서구	0.4	1%	1
	관악구	5.0	27%	14
	구로구	1.2	7%	3
	금천구	1.0	9%	2
	동작구	4.7	29%	12
	서초구	4.1	13%	5
	양천구	0.7	4%	2
	영등포구	1.1	5%	2
	합계	29.6	11%	56
한강 북측 10개 자치구	노원구	0.9	4%	3
	동대문구	0.3	2%	1
	마포구	2.3	10%	4
	서대문구	5.6	35%	11
	성동구	1.8	11%	3
	성북구	2.6	14%	6
	용산구	2.4	12%	3
	은평구	4.0	22%	10
	종로구	6.8	42%	7
	중구	2.7	30%	4
	합계	29.5	13%	61
서울시 총합		59.0	12%	≒117만 명

주 1) 추출지역 = 수변공간 서비스 미혜택 지역 중 일평균 유동인구 500명 이상 지역

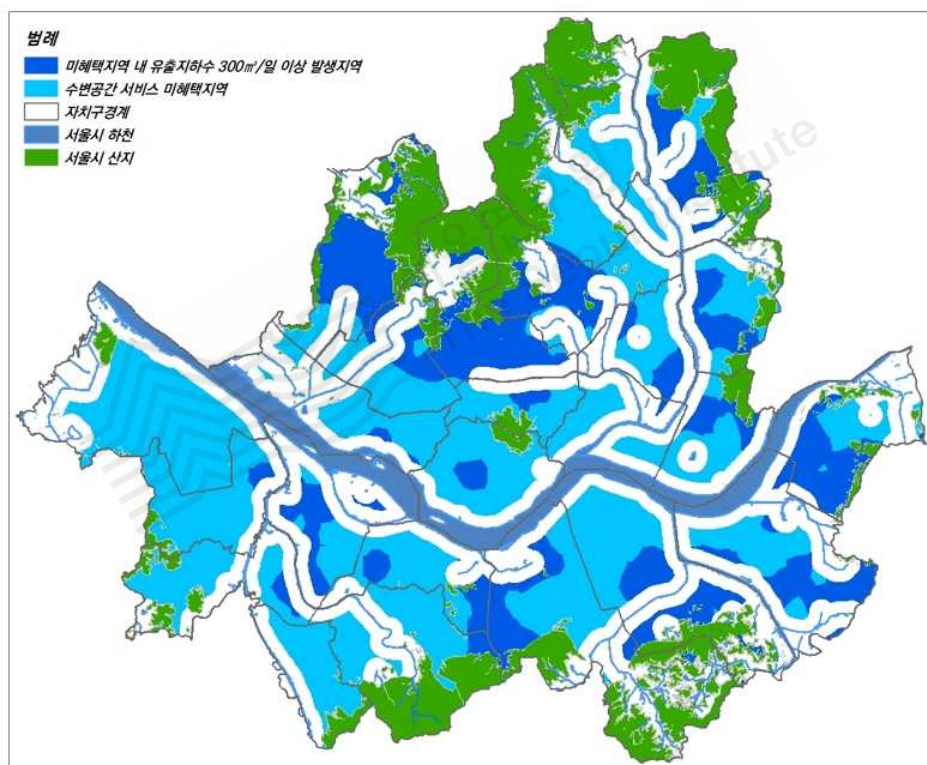
주 2) 자치구 면적은 전체면적이 아닌 자치구 시가화 면적을 의미함

(3) 수변공간 서비스 미혜택 지역에서의 일평균 유출지하수 300m³ 이상 지역

하천으로부터 500m 이외 지역인 수변공간 서비스 미혜택 지역에서 지하철역사에서 발생 하는 유출지하수 300m³/일 이상 지역은 [그림 5-3]과 같이 나타났다. 이 지역은 해당 지

역과 인접 지역에 유출지하수가 다량으로 발생하는 지하철역사를 포함하며³⁰⁾, 버려지는 수자원을 재이용해 건전한 물순환을 회복시킬 수 있는 지역이다. 추출된 지역은 서울시 부존 지하수량 분포와 유사하게 나타나고 있으며 대체로 산지와 하천 주변부를 중심으로 분포하고 있다.

수변공간 서비스 미혜택 지역에서 지하철역사에서 발생하는 유출지하수 300m³/일 이상 지역의 면적은 약 83km²로 서울시 시가지 면적의 약 17%에 해당한다. 해당 면적에 모두 물길을 조성할 경우 수변공간 혜택률은 47%에서 약 17% 상승하여 64%에 이르며 약 166만 명의 시민이 추가로 수변공간 서비스 혜택을 볼 수 있다.



[그림 5-3] 수변공간 서비스 미혜택 지역에서의 지하철역사 유출지하수 일평균 300m³ 이상 발생지역 분포

30) 지하철역사 발생 유출지하수량은 점형 데이터이기 때문에 면형화하는 과정에서 측정되지 않은 지역에 가용 유출수를 추정하였으므로 해당 지역에 반드시 지하철역사를 포함하는 것은 아님.

【표 5-8】 수변공간 서비스 미혜택 지역에서의 지하철역사 유출지하수 일평균 300㎥ 이상 발생지역

지역 구분	자치구	추출지역 ¹⁾ 면적(km ²)	추출지역 자치구 면적 ²⁾ 률	추출지역 내 거주민구(만 명)
한강 남측 9개 자치구	강남구	6.8	20%	10
	강동구	7.4	33%	16
	관악구	0.9	5%	3
	구로구	0.7	4%	2
	동작구	3.0	19%	7
	서초구	5.8	18%	7
	송파구	6.8	20%	13
	양천구	0.7	4%	2
	영등포구	3.9	16%	6
	합계	36.0	13%	68
한강 북측 12개 자치구	강북구	0.4	3%	1
	광진구	2.7	18%	7
	노원구	5.4	26%	15
	동대문구	2.3	16%	6
	마포구	0.4	2%	1
	서대문구	3.0	19%	6
	성북구	5.9	32%	14
	용산구	1.4	7%	2
	은평구	10.3	55%	25
	종로구	10.1	62%	10
	중구	0.9	10%	1
	중랑구	4.3	28%	11
	합계	47.3	21%	98
서울시 총합		83.3km ²	17%	≒166만 명

주 1) 추출지역 = 수변공간 서비스 미혜택 지역 중 지하철역사 유출지하수 일평균 300㎥ 이상 지역

주 2) 자치구 면적은 전체면적이 아닌 자치구 시가화 면적을 의미함

3) 물길조성 수요 지역 선정

(1) 물길조성 최종수요 지역

추출된 3개 지역을 중첩하여 최종 수요지역으로 선정된 지역은 [그림 5-4]와 같다. 서울시에서 물길을 조성하여야 하는 지역은 수변공간 미혜택 지역, 불투수율이 높은 지역, 유동

인구가 큰 지역 및 유출지하수 발생량 확보가 가능한 지역으로서 13개 지역이 해당된다.

물길조성 수요 지역은 13개 지역으로 15개 자치구에 분포하며, 총면적은 15.2km²로 서울시 시가지 면적의 약 3%에 해당한다. 물길조성으로 30만 명의 인구가 수변공간 서비스를 받을 수 있고, 물길조성에 대한 효과성과 환경성, 지속성이 극대화될 수 있다. 자치구별로는 강동구(4.0km²)와 종로구(3.7km²), 은평구(2.1km²) 순으로 추출된 지역이 넓고 거주인구는 강동구(8만 명), 은평구(4만 명), 종로구·동작구(4만 명) 순으로 높았다. 한강 북측과 남측의 면적과 거주인구 차이가 근소하므로 두 지역에 비슷한 수준으로 최종수요 지역이 선정된 것이다([표 5-9]). 위치적으로는 서울 도심권과 남동, 북서 순으로 선정된 지역의 면적이 크다. 반면 동북권과 서남권은 물길 수요 지역이 적으며, 이 권역은 주변에 하천이 위치하고 산지가 넓게 분포하며 개발제한구역으로 지정되어 있어 물길조성의 수요가 낮은 권역이다.



[그림 5-4] 서울시 물길조성 수요 지역 분포

[표 5-9] 물길조성 최종수요 지역에 대한 자치구별 면적 및 해당 인구

지역 구분	자치구	최종수요 지역 면적(km ²)	최종수요 지역 자치구 비율	수요 지역 거주인구(만 명)
한강 남측 6개 자치구	강동구	4.0	18%	8
	관악구	0.1	1%	0
	동작구	1.5	10%	4
	서초구	0.8	3%	1
	양천구	0.1	0%	0
	영등포구	0.7	3%	1
	합계	7.2	3%	14
한강 북측 7개 자치구	노원구	0.5	3%	1
	동대문구	0.2	1%	0
	서대문구	0.3	2%	1
	성북구	1.1	6%	3
	은평구	2.1	11%	5
	종로구	3.7	23%	4
	중구	0.2	2%	0
	합계	8.0	3%	17
서울시 총합		15.2km ²	3%	30만 명

(2) 물길조성 수요 지역 특성

물길조성 수요 지역 13개 지역에 관한 내용은 다음과 같다([표 5-10]).

① 연신내역 물길, 불광역 물길

연신내·불광역 물길은 서울 서북권 은평구 연신내역 및 불광역이 위치하는 지역이다. 해당 지역은 대체로 주거지 비중이 높은 지역으로 연신내역과 불광역 부근을 제외하면 대부분 주거지와 준주거지역으로 용도지역이 지정되어 있다. 인근 거주민이 지하철역을 이용할 목적으로 통행하는 곳이다. 은평구의 대표적인 역세권 상권을 갖추고 있다. 확보할 수 있는 유출지하수는 일평균 2,325m³이다. 지역은 대체로 좁은 골목길 비중이 높으며, 지금은 복개되었으나 불광역의 지천이 흘렀던 지역 유래를 활용하여 지천의 복원목적을 겸한 사업을 추진할 수 있다.

② 한성도성 물길

서울시 도심권이자 3도심³¹⁾ 중 하나로 인왕산, 북한산, 낙산, 남산을 연결하는 지역의 내부에 위치한다. 다양한 랜드마크가 있고, 서울의 중심업무지구로 유동인구가 많지만, 거주인구는 많지 않다. 반경 700m에 지하철역사가 17개소가 있어 용수의 확보와 교통이 용이한 지역에 해당한다. 또한, 경복궁과 창경궁을 둘러싸고 흘렀던 복개된 실개천의 복원과 여러 실개천을 연계시켜주는 형태의 물길 등 다양한 물길조성사업 추진이 가능한 지역이다.

③ 정릉·성신여대 물길

정릉·성신여대 물길은 성북구의 대표적인 주거지로 북측에 사적인 정릉이 위치하며 남쪽으로 성신여대가 위치한다. 지형상 경사가 높고 도로망이 계획적으로 설치되지 않아 좁은 골목길 비중이 높은 지역이다. 인근은 대부분 주거지역이기 때문에 거주민을 위한 물길조성이 필요하다. 주변지역에 녹화면적이 넓기 때문에 녹지와 주거지를 연결해주는 형태의 물길조성이 가능하다. 성신여대입구역에서 발생하는 유출지하수량이 많고 확보 가능한 유출수 역시 한성도성 물길과 여의나루 물길을 제외하고 가장 많은 지역이다.

④ 노원문화의 거리 물길

노원역 부근으로 역세권을 형성하여 유동인구가 많은 지역이다. 특히 노원역 남측에 기조성된 광장상권인 ‘문화의 거리’가 있어 노원역을 통행하는 거주민과 방문객이 이용하기 좋은 입지적 조건을 갖고 있다. 노원역에서 발생하는 유출지하수량이 많아 용수확보가 용이한 지역이다. 노원역 상업지역을 제외하고 대부분 주거지역이며 반경 1km 이내에 중랑천과 당현천이 위치해 하천을 연계하는 형태의 사업 진행이 가능한 지역이다.

⑤ 답십리공원 물길

답십리공원 물길은 대부분 주거지이며 답십리역과 장한평역을 중심으로 선형의 상권이 형성되어 있다. 해당 지역은 자동차 판금 및 부품 공장 등이 위치해 환경적 여건이 열악한 곳이다. 거주민들의 쾌적한 환경조성을 위한 물길조성사업이 필요한 지역이다. 북쪽으로

31) 서울시 도시기본계획 「2030 서울플랜」에서 기존 1도심을 3도심으로 확장하면서 구분된 지역으로 한성도성권, 강남권, 여의도권이 3도심에 해당함.

답십리공원이 위치하며 주거지와 상업지 및 지하철역사를 연결해주는 물길조성이 가능한 지역이다.

⑥ 한옥마을 물길

남산골 한옥마을에서부터 충무로역 주변부를 잇는 다소 면적이 적은 지역이다. 주변에 N타워, 명동, 남대문 시장 등의 주요 랜드마크가 위치하며, 명동·을지로(세운상가)·퇴계로 상권의 주변부에 위치한다. 충무로역 주변부는 세운상가재정비촉진지구로 지정되어 있어 상위도시계획사업을 활용하여 다소 큰 규모의 물길조성이 가능한 지역이다. 인근에 7개 지하철역사가 위치해 접근성이 양호한 지역이다.

⑦ 강동역·천호역 물길

물길 수요 지역은 강동구 면적의 20%에 해당할 정도로 넓은 지역이다. 주요 역사로 천호역, 강동역 등을 포함하고 있으며, 확보 가능한 용수가 3,868m³로 13개 물길 중 4번째로 발생 유출수가 많은 지역이다. 서울 서남권의 대표적인 주거지역이며, 역 주변에는 대형 역세권을 형성해 유동인구가 많다. 최대유동인구는 한성도성물길 다음으로 높아 물길조성의 효과성을 확보하기 용이한 지역이다.

⑧ 반포천 물길

반포 고속버스터미널 센트럴 시티부터 서리풀공원까지의 주요 도로를 이어주는 지역이다. 1970년대 이전에는 반포천의 지천이 흐르던 곳으로 지천을 복원하는 목적을 겸하는 사업 추진이 가능하며, 물길조성 시 인근 거주민과 고속버스터미널 상권을 이용하는 외지인이 모두 이용할 수 있다. 특히 사평대로를 중심으로 남쪽과 북쪽의 경사 차가 있어 물길조성 시 구배(자연경사)를 따라 자연적인 물 흐름을 연출할 수 있는 지역이다. 해당 지역과 주변부에 랜드마크로 고속버스터미널과 강남역이 위치한다.

⑨ 방배동 카페거리 물길

방배 사잇길로부터 현충원 남측에 이르는 넓은 지역으로 골목상권이 발달한 지역이다. 해당 지역은 대부분 일반주거지역으로 거주민들이 이용할 수 있는 형태의 물길조성이 필요한 지역이다. 남쪽에는 이수역과 내방역이 위치하며 방배 사잇길을 중심으로 유동인구가

높게 분포한다. 이수역과 내방역에서 발생하는 유출지하수를 확보하기 용이하며 접근성이 양호한 지역이다.

⑩ 사당로 물길

사당역 상권 좌측에 위치한 지역으로 주거지역에 해당한다. 물길 수요 지역은 좁은 골목길 위주의 보행로가 형성되어 있어 사당역이나 대로변에 물길을 설치하는 것이 바람직하다. 좌측 500m 지역에 까치산 공원이 위치하며 소공원을 많이 포함하고 있어 공원 산책로를 잇는 사업추진이 가능한 지역이다. 인접한 곳에 있는 사당역으로부터 확보할 수 있는 유출지하수가 약 2,000m³/일이므로 안정적으로 용수를 확보할 수 있고 접근성 역시 양호한 지역이다.

⑪ 성대골 물길

성대골은 동작구 신대방삼거리역 주변의 주거지역으로 남쪽에 상도근린공원과 보라매공원 북쪽으로는 용마산이 위치한다. 위치상 용마산에 가까워 용마산과 주거지를 이어주는 산책로형 물길조성이 가능한 곳이다. 대체로 주거용 건물 밀도가 높고 학교가 많이 위치해 거주민의 생활환경을 개선하기 위한 목적과 방향성을 토대로 하는 물길조성사업이 필요한 지역이다. 특히 성대골 중심부에는 성대골 주거환경개선사업이 진행될 예정이기 때문에 도시계획 사업의 일환으로 설치가 가능하다. 또한, 에너지 자립마을로 지정(서울시 원전 하나 줄이기 캠페인)되면서 지역의 친환경성 인식이 높은 지역적 특성이 있다.

⑫ 조롱박마을 물길

대림역 인근에 선정된 해당 지역은 조롱박마을 주거환경개선지구 주변이다. 주변지역은 건물이 노후화되어 경관개선이 필요한 지역이며 조롱박마을은 주거환경개선지구로 지정되어 도시계획사업이 예상되는 지역이다. 좌측에는 구로디지털단지, 대림역이 위치하며 동남쪽에는 신대방역이 위치한다. 따라서 거주민의 산책 및 통행 시 이용할 수 있는 물길조성이 필요한 지역이다.

⑬ 여의나루 물길

영등포역 먹자골목과 여의도역 IFC몰의 주변지역으로 유동인구가 많고 대형상권의 중심

부이며 여의도공원, 영등포 타임스퀘어와 같은 랜드마크를 포함하는 지역이다. 주변에 위치한 지하철역사 수보다 확보 가능한 유출지하수량이 많고 접근성이 우수한 지역이다. 거주민보다는 외지에서 해당 지역을 방문하는 방문객을 위한 물길조성이 필요한 지역이고, 대형상권과 교통로를 연결하는 물길조성이 가능한 곳이다.

[표 5-10] 서울시 물길조성 13개 수요 지역 특성

번호	물길명	지역 기온	유동인구 ¹⁾ (명/일)	유출지하수 ²⁾ (m³/일)	지하철 역사 ³⁾ (개소 수)	랜드 마크
1	연신내 불광역 물길	27.4	1,360	2,325	5	-
2	한성도성 물길	28.0	3,168	7,697	17	경복궁, 광화문, 청계천 등
3	정릉 성산여대 물길	25.0	2,617	4,255	4	-
4	노원 문화의거리 물길	27.5	1,055	3,448	2	-
5	답십리공원 물길	27.6	923	2,696	3	-
6	한옥마을 물길	26.8	923	2,565	7	N타워 명동
7	강동역천호역 로데오거리 물길	28.1	2,647	3,868	8	잠실운동장, 올림픽공원
8	반포천(복원) 물길	28.8	1,679	3,237	3	고속터미널, 강남역
9	방배동 카페거리 물길	28.8	1,790	1,355	3	-
10	사당로 물길	28.4	1,361	435	3	-
11	성대골 물길	28.4	1,155	950	3	-
12	조롱박마을 물길	28.1	1560	2,673	4	-
13	여의나루 물길	28.1	2,486	6,087	7	여의도 공원
합산	13개 물길	평균 27.7°C	평균 1,748명	일평균 41,591m³	69개소	사적, 고궁, 쇼핑몰 등

주 1) 유동인구는 일평균 최대유동인구를 의미함

주 2) 유출지하수는 사업대상 지역 700m 이내 모든 지하철역사에서 발생하는 유출지하수의 총량임

주 3) 사업대상 지역 700m 이내 모든 지하철역사

5_정책 제언

서울시는 2008년부터 하수관으로 버려지는 유출지하수를 활용하여 도시의 기후조절능력을 향상시키고 쾌적한 생활환경을 조성하기 위하여 물길조성사업을 시행하였다. 그러나 물길이 위치의 적절성 및 시설의 설치기준이 없는 상태에서 단기간에 추진되어 여러 가지 문제점이 나타나고 있고 시민들에게 불편을 주고 있다.

기존 9개 물길의 문제점을 해결하고 서울시 도심 속 물길조성을 활성화하는 방안은 3가지로 구분된다. 첫째, 물길의 다양한 역할이 지속적으로 유지되는 설치·운영관리 지침을 수립한다. 둘째, 시민요구에 부응하여 도심 속 쾌적한 환경을 만들어 주는 물길조성 수요지역을 선정한다. 셋째, 합리적인 예산 편성을 위한 물길 건설·운영관리비용을 산정한다.

물길조성에 대한 수요지역 선정, 건설·운영관리비 산정, 설치 및 운영관리에 관한 지침은 도심 속에서 기온을 조절하고 쾌적한 생활환경을 회복하면서 수변공간에 대한 시민수요에 부응하기 위해 조성하는 물길의 지침으로서 적절하게 적용될 수 있다.

1) 도심 속 물길조성 지침 수립 기본방향

서울시에서 물길은 기존 물길이 가지고 있는 문제를 해소하고 기후조절과 환경개선 및 다양한 공익적 기능을 발현할 수 있는 지침과 기준을 토대로 조성되어야 한다. 물길조성의 기본방향은 다음과 같다.

- ① 물길은 건전한 물순환 회복과 쾌적한 환경조성 역할을 할 수 있도록 조성한다.
- ② 시민의 접근성이 용이한 위치에 설치하며, 이용 안정성을 충분히 확보한다.
- ③ 깨끗하고 충분한 양의 물이 흐르도록 하며, 유지용수는 수자원을 재이용하는 것을 원칙으로 하여 지하철역사에서 발생하는 유출지하수 등을 활용한다.
- ④ 도심 속 인공 수변공간으로서 기능이 지속적으로 유지되도록 조성한다.

2) 도시기후 개선과 쾌적한 생활환경을 창출하는 물길조성 수요지역

물길이 도시기후를 조절하고 생활환경을 개선할 수 있는 지역에 설치되도록 물길조성 수요지역의 선정에 대한 지침을 수립하였다. 물길조성 수요지역은 많은 시민이 이용할 수 있는 지역으로는 일평균 유동인구 500명 이상 지역, 생활환경의 개선을 위해서는 6~9월 오후 2~4시 평균기온 27°C 이상의 기온분포지역과 불투수율 80% 이상인 지역이다. 또한, 물순환을 회복할 수 있는 지역으로는 지하철역사에서 발생하는 일평균 유출지하수 300m³/일 이상인 지역이다. 그러므로 물길은 도심에서 수변공간 서비스 미혜택 지역이면서 기온 및 불투수율이 상대적으로 높아 열환경이 열악하며 이용자 수가 많아 물길조성사업의 효과성을 극대화할 수 있는 지역이고, 물길운영에 필요한 유지용수를 안정적으로 확보할 수 있는 지역에 조성되도록 하였다.

물길조성 수요지역 13개 지역은 총 15.2km²로서 시민에게 수변공간을 제공하게 되어 수변공간 서비스 혜택인구는 약 30만 명이 증가하고 서울시는 수변공간 혜택을 56%를 확보하게 된다.

3) 합리적인 예산 편성을 위한 물길 건설·운영관리비용 산정 지침

물길 설치비는 다중회귀모형을 활용하여 산정하였으며, 운영관리비용은 단일회귀모형을 활용해 산정하였다.

합리적인 예산 편성을 위한 물길 건설비와 운영관리비용 산정 지침을 수립하였다. 건설비 산정식은 다중회귀모형을 활용하여 산정하였으며, 운영관리비용은 단일회귀모형을 활용해 산정하였다. 물길 건설비는 단위연장 m당 710만 원이며, 운영관리비는 단위연장 m당 연간 13,000원이 소요된다.

4) 시민요구에 부응하고 지속성 있는 물길 설치 및 운영관리 지침

물길의 설치 및 운영관리 지침은 15개 지침으로 환경성, 안전성, 이용편의성, 지속성을 고려하여 계획단계에서부터 운영관리단계에 이르기까지 적용되고, 물길의 기능이 평균수준 이상으로 유지될 수 있는 설치·운영관리 지침을 수립하였다. 또한 설치되는 지역 여건에

따라 설치 목적, 위치와 형태, 규모가 각기 다를 수 있으므로 상황을 고려하여 적합하게 설치할 수 있도록 별도의 선택기준을 제시하였다.

(1) 환경성을 고려한 설치지침

환경성 기준은 1km 물길조성 시 i) 수경시설은 10개소, ii) 수중식생은 100m², iii) 수변 식생은 310m² 이상 설치·조성되며, iv) 물길은 가급적 곡선형으로 조성한다. 이때 설치될 물길의 유로 형태, 예산, 시민수요 등을 고려해 기준의 적용 여부를 결정하며 물길의 형태는 이용자의 안전확보에 어긋나지 않게 보행로를 잠식하지 않는 범위에서 결정한다.

(2) 안전성과 편의성을 고려한 설치지침

안전성과 편의성 기준은 1km 물길조성 시 i) 야간용 조명을 20개소 이상 설치하며, ii) 2개소 이상의 안내표지판을 설치해 정보를 전달하고, iii) 30개소 이상의 휴식시설을 설치하며, iv) 설치될 장소가 보행로일 경우 5m 이상의 인도 폭을 유지해야 하고 강우 시 우수배수시설을 설치한다.

(3) 지속성을 고려한 운영관리지침

i) 수질 기준은 친수용 물길의 경우 BOD 3mg/L 이하를 기준으로 하며, 경관용 물길은 BOD 5mg/L 이하를 기준으로 설정한다. ii) 수질 기준을 충족할 수 있는 오염방지시설을 설치한다. iii) 유출지하수 등의 용수로 평균 350m³ 이상의 유지용수를 확보한다. iv) 1km 물길조성 시 청소관리 인력을 10명 이상 증원·배치한다. v) 월 1회 이상 물길 내·외부의 환경 정리를 실시한다. 이때 이용자 수가 상대적으로 많은 거리형 물길은 좀 더 엄격한 기준을 적용해 월 7회 이상 청소관리를 실행한다. vi) 지자체 직영체계에서는 이용자의 수요를 고려해 관리인력, 정보제공 인력, 위기대응인력을 탄력적으로 배치하고 관리 상태와 조치사항을 관리대장에 기록한다. vii) 위탁운영체계에서는 인증된 전문기관에 위탁관리를 위임하며 시민단체와 지역주민 연계하에 관리 모니터링을 실시하도록 한다.

참고문헌

- 강수학, 2008, “도시하천의 생태적 관리를 위한 생태계 평가-청계천을 사례로”, 상명대학교 박사학위논문
- 김선미, 2009, “재이용수를 활용한 친수공간의 경제적 가치평가”, 서울시립대학교 박사학위논문
- 김성만, 2012, “다기준의사결정법(CP)을 이용한 도심 친수공간 적지선정 방법개발”, 전남대학교 박사학위논문
- 김영란, 2010, 「물부족에 대응한 물수요관리 도입계획」, 서울연구원, 연구보고서
- 김영일, 2016, “지속가능한 물 재이용 체계 구축방안”, 「물 정책·경제」, 통권 제27호, pp.19-30, 한국수자원공사
- 김장군, 2011, “하천 친수공간 구조와 활성화 계획 연구”, 가천대학교 석사학위논문
- 김정호·이주승·윤용한, 2015, “도심재생하천 내 수리적 특성이 열환경 변화에 미치는 영향 평가-청계천을 대상으로”, 「환경정책연구」, 제14권 2호, pp.3-25, 한국환경정책평가연구원
- 박준성, 2015, “유역 상류 도시 물순환 건전성을 고려한 수순환 계획-서울대학교 관악캠퍼스를 대상으로”, 서울대학교 환경대학원 석사학위논문
- 산업진흥원, 2016, “한국의 물 재이용 현황과 문제점”, 「미래의 에너지, 물 재이용이 핵심이다」, 제1권, pp.53-77
- 서울특별시, 2006, 「서울특별시 지하수 관리계획」
- 서울특별시, 2009, 「서울특별시 물환경 종합관리계획」
- 서울특별시, 2013a, 「서울특별시 빗물관리 기본계획」
- 서울특별시, 2013b, 「서울특별시 물 재이용 관리계획」
- 서울특별시, 2014, 「서울특별시 수질 및 수생태계 보전계획」
- 서울특별시, 2015, 「2020서울특별시 물환경 종합관리계획」
- 서울특별시, 2016, 「서울특별시 환경보전계획」
- 양승재, 2015, “도시하천 수변공간 계획시스템 개선방안 연구”, 중앙대학교 석사학위논문
- 왕광익, 2016, “스웨덴 스톡홀름의 친환경 도시: 하마비 허스타드”, 「도시문제」, 통권 제566호, pp.58-61, 행정공제회
- 박은진·강규아·이현정·좌승희, 2007, 「물순환을 고려한 도시녹지 기능제고 방안」, 경기연구원, 연구보고서
- 유세준·박수진·이영호·김지환, 2014, “인공하천 연구 및 생태하천과 비교”, 「한국환경교육학회 학술대회 자료집」, pp.240-243

- 이민혜, 2009, “자연적 물순환을 고려한 주거단지 계획이론 및 적용연구”, 세명대학교 석사학위논문
- 이영근, 2016, “건전한 물순환체계 구축을 위한 지하수법의 법적 위상에 대한 고찰”, 『물정책경제』, 통권 제27호, pp.45-54, 한국수자원공사
- 이원철, 2014, “수변공간 활성화를 위한 친수공간 정비전략 및 계획요소 도출에 관한 연구”, 한양대학교 도시대학원 박사학위논문
- 이재환, 2010, “도시 친수공간적 활용을 위한 문화공간 조성에 관한 연구”, 홍익대학교 석사학위논문
- 이희연·심재현, 2014, 『GIS 지리정보학』, 법문사: 서울
- 정운석·이인신, 2016, “물 재이용 운영 사례 및 발전방안”, 『물 정책·경제』, 통권 제27호, pp.31-44, 한국수자원공사
- 정재원, 2015, “인공습지 조성에 따른 홍수저감 및 수질개선 효과 분석-경안천 유역을 대상으로”, 인하대학교 석사학위논문
- 정태준·이경재, 2010, “도시 내 자연형하천 조성을 위한 적정공간기능 배분과 조성방안 연구-서울시 서대문구 홍제천을 사례로”, 『한국환경생태학회 학술대회논문집』, 제20권 1호, pp.112-117
- 조용모·김성우·이기영·송미영·전만식·배명순, 2013, 『물환경 관련 법정계획의 합리적 개선방안』, 서울연구원, 연구보고서
- 조용모·진정규·홍미진, 2015, 『서울시 실개천의 기능향상과 관리방안』, 서울연구원, 연구보고서
- 허영일, 2006, “청계천 복원에 따른 도시대기환경 개선효과에 관한 연구”, 서울시립대 석사학위논문
- 홍운순, 2010, “독일 프라이부르크시 보행자전용구역의 환경특성-수경 및 포장환경을 통해 본 역사적 정체성을 중심으로”, 『한국조경학회지』, 제38권 2호, pp.64-74

「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」

「경관법」

「먹는물 수질 기준 및 검사 등에 관한 기준」

「물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률」

「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」

「지하수법」

「환경정책기본법」

Abstract

Activating Management for Creation of the Waterway in Seoul

Young-Ran Kim, Jung-Kyu Jin

Since 2008, the Seoul Metropolitan Government implemented a waterway development project to improve the climate control capability of the city, and to create a living environmental amenity, by using the effluent groundwater dumped into sewer pipes. However, the waterway has being provided in a short period of time, without proper selection of the location and facility design standards, thereby causing various problems and discomfort to citizens.

This study is divided into three categories. 1) Establish the design and operation guidelines in which the various roles of the waterways are continuously maintained. 2) Responding to the needs of citizens, we selected the appropriate creation of the waterway demand areas, thereby providing a pleasant environment in the inner city. 3) The cost of constructing and managing creation of the waterway for reasonable budgeting was calculated.

Diagnosis of the condition of the nine waterways constructed since 2008 revealed the following. Analysis of the location and environmental conditions of the waterway showed that 33% of the waterways were constructed without access to the floating population. In addition, considering the usability aspect, 44% of the waterways were located in rivers in the area adjacent to, and with low demand for citizens.

Second, tap water was provided to the waterway, which was

contradictory to the project purpose. Most of the water supplied was not circulated, and was discharged to the sewer or river, thereby leading to wastage of water resources. The water quality was also poor since pollutants were introduced from the road surface, and algae and odour were generated.

We further analysed and extracted 17 plan elements (safety, landscape, ecology, convenience and operation management) that quantitatively evaluate the waterway based on the implementation plan report, in order to comprehensively evaluate the nine waterways. As a result, landscape had the highest value of indicators in nine waterways, with all other elements being below normal level. Moreover, stability, operational management, and convenience of use were also below average levels. Convenience of use had the lowest rating among all categories. The nine waterways lacked the facilities for citizens to rest, and there was no system for communicating information, as there were only two waterways operating that provided the information signboards for users.

Creation of the waterways in Seoul should be based on guidelines and standards that can overcome limitations of the existing nine waterways, and which manifest various public interest functions. Therefore, the following three comprehensive guidelines need to be established.

First, this study proposes a guide to select the creation of a waterway demand area, to meet the needs of citizens. According to the guidelines, 13 sites were selected for the usability (area with daily average of more than 500 floating population), environment (area with more than 80% of the impervious area) and sustainability (area with effluent of groundwater from subway more than 300m³ per day).

Second, this study provides guidelines for design and operation in which the diverse roles of creation of the waterway are maintained constantly. The recommendation consists of 15 guidelines, and considers the environment, safety, convenience, and sustainability. The guidelines are based on the level of the waterway to be designed

and operated above the average level. In addition, since the type of the waterway, location, form and scale may differ depending on the local conditions, a separate selection criterion is provided so that it can be designed properly, considering the circumstances.

I) Design guidelines considering the environment

The environmental guideline should meet the following requirements, based on 1km of creation of the waterway. The environment criteria are as follows: i) 10 water-scape facilities, ii) 100m² of underwater vegetation, iii) 310m² of waterfront area vegetation, iv) the waterways should be curved as much as possible. At the time of considering environmental factors, it should be decided whether or not to apply the standard, considering waterway type, budget, citizen demand, etc., and the shape of the waterway should be decided within the range that the walkway does not decrease in accordance with the walking security of the user.

II) Design guidelines considering safety and convenience

The safety and convenience guidelines are based on a case of 1km of creation of the waterway. The safety and convenience criteria are as follows: i) at least 20 night lamps should be built, ii) two or more guide signs should be provided for users, iii) 30 resting facilities should be built, iv) if a pedestrian route exists, a width of 5m or more should be maintained. Rainwater drainage facilities should be installed during intensive rainfall

III) Guidelines for Operational Management Considering Persistence

Most operational management guidelines are irrelevant to the channel length. The operation management criteria are as follows:

i) The water quality standards are based on BOD 3mg/L or less for the acceptance of recreation waterways, and the BOD 5 mg/L or less for scenic waterways. ii) Establish water pollution prevention facilities that meet water quality standards. iii) Use effluent groundwater etc. to maintain an amount of water above 350m³ on average. iv) More than 10 cleaning manpower should be added and arranged when constructing 1km waterway. v) Perform environmental clean-up inside and outside the waterway more than once a month. At this time, distance type waterway roads with a

relatively large number of users requires cleaner management, more than seven times a month, by applying more stringent standards. vi) In the direct management system of local governments, management personnel, information provision manpower, and crisis response manpower are to be arranged flexibly in consideration of the demand of the users, and the management status and measures should be recorded in the management register. vii) Consignment operation is delegated to a certified professional institution, and the operation management status is monitored in connection with civic organizations and local residents.

Finally, this study proposes guidelines for the construction of creation of the waterways, and the operation management costs for reasonable budgeting. The construction cost formula was estimated using a multiple regression model, and the operation cost was estimated using a single regression model. If the waterway is 1km long, the construction cost is 7.11 million won per unit meter extension, and the operation and management cost is 13,000 won per unit of meter extension per year.

Contents

01 Outline of Study

- 1_Background and Purpose of Study
- 2_Contents and Methods of Study

02 Current Status of Environmental Change and Project of Creation Waterway in Seoul

- 1_Environmental Change in Seoul
- 2_Project of Creation Waterway in Seoul
- 3_Satisfaction with Citizen's Waterway Use

03 Law and Cases of the Creating Waterway Project

- 1_Laws and System of Project of Creation Waterway
- 2_Cases of Domestic and Foreign Project of Creation Waterway

04 Evaluation of the Conditions and Operation Conditions of Constructed Waterways in Seoul

- 1_Characteristics of 9 Waterways Status in Seoul
- 2_Comprehensive Evaluation of 9 Waterways in Seoul

05 Activating Management for Creation of the Waterway in Seoul

- 1_Basic Direction of Creation of the Waterway
- 2_Composition Guidelines for Creation of the Waterway

3_Guideline for Design and Management of Creation of the Waterway in
Seoul

4_Selected Creation of the Waterway Demand Area

5_Suggestions

References

Abstract



서울연 2016-PR-52

서울시
물길조성
활성화 방안

발행인 _ 서왕진

발행일 _ 2017년 4월 30일

발행처 _ 서울연구원

ISBN 979-11-5700-224-5 93530 10,000원

06756 서울특별시 서초구 남부순환로 340길 57

본 출판물의 판권은 서울연구원에 속합니다.