

ORIGINAL ARTICLE

도시하천의 자연도평가 및 타당성검토에 관한 연구

김광수 · 안승섭*

경일대학교 건설공학부

A Study on Naturalness Assessment and Feasibility of Urban Stream

Kwang-Su Kim, Seung-Seop Ahn*

School of Construction Engineering, Kyungil University, Daegu 712-701, Korea

Abstract

The results which are from naturalness assessment and visual assessment was examined to accomplish a classification, a conclusion, a comparison and an analysis. Also statistical test was examined to identify applicability of the survey to other rivers according to the result of visual assessment. As a result of naturalness assessment and visual assessment, evaluation rate of Geumho river is the highest rank of the grade as 2.5. Also t-test was examined to apply items of visual assessment at other rivers through differences in means of river naturalness rates from which visual assessment results. Most of differences in means of river naturalness rates are significant. Thus assessment criteria can be applied to other rivers to find out unique characteristics because each item has independent characteristics.

Key words : Naturalness assessment, Visual assessment, Urban stream

1. 서론

하천유역의 도시화·산업화로 인한 토지이용의 극대화 와 기후변화로 인한 극기상의 발생빈도 증가로 인하여 자연하천은 치수와 이수 위주로 개발되고 관리되어 왔다. 이러한 치수·이수 위주의 하천관리는 하천의 친수기능과 환경기능을 약화시키게 되었을 뿐만 아니라 생태계에도 많은 영향을 미치게 되었다. 치·이수기능 위주의 하천개발이 가져오는 다양한 문제점들을 인식하면서부터 하천의 생태적 경관적 가치에 대한 관심이 높아지게 되었고, 인공화된 하천의 경우 하천의 만족도에 따라 수리학적특성이 다양하게 변화(Ahn 등, 2012)하므로 개수완료된 하천을

자연스런 하천으로 복원하는 과정에서 하천의 자연스러운 정도를 평가하는 방법의 개발이 필요하게 되었다(Boon, 1992). Otto(1995)의 연구에 의하면, 수질이 하천의 질을 결정하는 중요 항목임에는 틀림없으나 생물다양성 측면에서 볼 때 물리적 구조가 훼손된 상태에서 수질 개선으로 생태적 복원을 이루기는 어렵다고 제시한 바 있다. 하천 자연도와 관련된 국내의 연구는 Cho(1997)에 의해 생태적 복원을 위한 중소하천 자연도 평가방법 개발에 관한 연구가 진행된 이후로 Park(2000), Eom(2008), Yoon(2011), Oh(2012), Kim(2012) 등에 의해 하천의 자연적·물리적 구조를 고려함으로써 다양한 측면에서 하천을 이해하고 평가하려는 연구가 진행된 바 있다.

Received 12 September, 2013; Revised 15 January, 2014;

Accepted 17 January, 2014

*Corresponding author : Seung-Seop Ahn, School of Construction Engineering, Kyungil University, Daegu 712-701, Korea
Phone: +82-53-600-5426
E-mail: ahnssso@kiu.ac.kr

© The Korean Environmental Sciences Society. All rights reserved.
© This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

자연도평가를 하는 목적은 하천이 가지는 구조적·생태적·친수적인 환경을 최대한 유지하면서 자연적 기능을 되살리기 위한 기준을 일정한 관점에서 정량적 평가를 실시하므로써 하천의 보전이나 복원을 위한 계획과 설계의 기본 자료를 제공하는 데 있다.

본 연구에서는 대구광역시에 포함되거나 인접한 금호강, 신천, 남천을 대상으로 하여 도시하천의 자연도 평가를 실시하므로써 도심하천의 복원과 관리를 위한 기본자료를 제공하고, 본 연구에서 제안된 평가 항목들에 대한 적용성을 제안하였다.

2. 연구방법

2.1. 연구대상지 선정

자연형 하천복원을 위한 계획과 관리의 접근방식으로 Boon(1992)은 중단적 계획, 횡단적 계획, 수직적 계획(수심 문제와 하상 구조) 및 이용적 계획을 고려하면서 이들에 관련된 항목들을 하천의 자연도 평가 항목을 개발하여 적용한 바 있다. 따라서, 본 연구에서는 도심하천의 자연도 평가를 위하여 대구광역시를 관류하거나 도심주변에 위치하면서 하천정비가 완료되어 도시민들이 많이 이용하고 있고, 하천의 물리적 상태와 이용형태가 비슷한 Fig. 1과 같이 금호강, 신천, 경산 남천을 선정하였다.

첫 번째, 금호강은 경상북도 포항시 북구 죽장면 가시리 가사령에서 발원하여 낙동강 중류부 좌안측으로 합류하는 하천이다. 예전과 현재의 토지이용도를 비

교해 보면 도시적 토지이용면적은 매우 증가한 반면, 농경지의 면적은 크게 감소하였다. 두 번째, 신천은 대구광역시 달성군 가창면 우노리 비슬산에서 발원하여 대구광역시 북구 침산교지점에서 금호강 좌안측으로 합류하는 하천이다. 대구시의 상수원 및 시민들의 휴식처가 되고 있으며, 수달이 살고 있어 환경적으로도 중요한 점을 시사하고 있다. 마지막 경산남천은 경산시 남천면 하도리에서 발원하여 금호강의 좌안측에 합류되는 하천으로서 자연형 하천정화사업이 완료된 상태이다.

2.2. 자료수집

하천을 자연형으로 복원함은 물론이고 앞으로의 적정관리방안을 도출하기 위해 자연도평가와 시각화평가를 실시하였으며, 정확한 결과를 얻기 위해 조사대상구간을 선정하였다.

자연도 평가를 위한 한 구간의 거리는 일반적으로 육안으로 관찰이 용이한 거리를 기준으로 정의되고 있으므로, 본 연구에서는 하천 내에 설치된 구조물(교량, 보 등)을 고려하여 150 m 소구간으로 나누어 조사를 진행하였다. 시각화평가 또한 설정된 구간 범위 내에서 이용객들을 대상으로 각 하천별로 50명씩을 대상으로 일대일 면접을 통해 설문조사를 실시하였다. 금호강은 조사구간이 안심교~금호대교까지 2.67 km, 신천은 중동교~대봉교까지 1.54 km, 남천은 경산교~영대교까지 1.50 km로 설정하였다. 자연도 평가에서 금호강의 구간은 18개 구간으로 나누었으며, 신천과 남천은 각각 10개의 구간으로 나누었다.

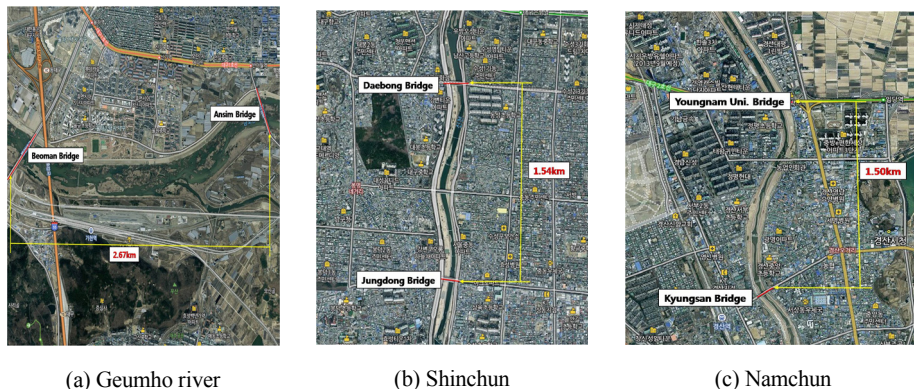


Fig. 1. Study area.

2.3. 평가항목 설정

자연도 평가는 환경적, 생태적, 심미적 등 어느 일정한 관점 혹은 복합적 관점에서 하천이 가지는 고유한 가치를 평가하는 것이다(KICT, 1997). 자연도 평

가를 위한 평가항목의 설정은 Boon(1992)이 제안한 종단적, 횡단적, 수직적, 시간적 및 이용적 측면 중에서 하천의 구조적 측면을 고려한 종단적, 횡단적, 수직적인 축에 초점을 맞추고, 이들 부문을 잘 대변하면서

Table 1. Naturalness evaluation 1

Evaluation division	Evaluation item	Score	Evaluation standard
Status of water quality	The quality of the water	5	Excessive contamination
		4	Blur by pollutants
		3	Blur by natural causes
		2	Blurring but showing the floor
		1	Fair
	Floating matters	5	Other three materials except bubble
		4	Other two materials except bubble
		3	Other one materials except bubble
		2	Bubble
	Smell	1	Not to be or to be
		5	Very severe
		4	Little severe
		3	Usually
		2	Little
	Status of waterway structure	Flexion	1
5			Straight
4			Weakly flexural
3			Lightly flexural
2			Strongly flexural
Multiformity of water surface width		1	Meandering
		5	Nothing
		4	One kind
		3	Two kind
		2	Three kind
Kind of longitudinally	Transverse structures	1	More than three kind
		5	0.7 m longer fall
		4	0.3 ~ 0.4 m fall
		3	Fall with a fish way
		2	Bypass in the fall
	Transverse sand bar	1	No transverse structures
		5	None
		4	1st
		3	2st
		2	3st
Kind of transverse	Kind of transverse aspect	1	More than 3st
		5	A rectangle
		4	Trapezoid
		3	No change
		2	Similar to the natural cross-section
	Levee ingredients	1	The natural cross-section
		5	Impervious concrete levee
		4	Permeability non-natural material
		3	Willow, fences, natural stone artificial levee
		2	Soil levee
Multiformity of width	1	No artificial levee	
	5	None	
	4	Slightly	
	3	Fitness	
	2	Large	
		1	Very large

Table 1. Naturalness evaluation division and item(Continue)

Evaluation division	Evaluation item	Score	Evaluation standard
Kind of transverse	Structure of stream the upper	5	The water flow become narrow and blocked
		4	The river blocked up
		3	The water flow narrow
		2	The water flow not narrow
		1	No stream superstructure
River bed structure	Multiformity of sediments	5	One kind
		4	Two kind
		3	Three kind
		2	Four kind
		1	More than six kind
	Kind of sediments	5	60 cm more than
		4	30~60 cm
		3	10~30 cm
		2	5~10 cm
		1	1~5 cm
Structure of water way edge	Plant and creature of water way edge	5	Plant and creature is rarely observed
		4	Small stature plant communities(50 cm less than)
		3	Small stature plant communities, small shrubs
		2	Two kind, bush, a eualia etc. communities
		1	Stable multi-layered plant and creature
	Revetment	5	More than three kind
		4	Three kind
		3	Two kind
		2	One kind
		1	None
Near the stream	Land use of near the stream	5	Crowded facilities available 50 %
		4	Crowded facilities available 10~50 %
		3	Plow
		2	Natural grassland, orchard
		1	Natural state of the forest, park
	Unnatural surrounding structures (landscape)	5	Cover, rubbish sediments
		4	Levee road, floodplain parking lot, bare soil
		3	The narrow road, artificial facilities that are not in harmony with stream
		2	Artificial facilities
		1	No artificial facilities
Unnatural surrounding structures (leisure facilities)	5	More than four kind	
	4	More than three kind	
	3	Two kind	
	2	One kind	
	1	None	

하천의 특성을 반영할 수 있는 항목을 설정하여야 한다(Park, 2000). 기존의 하천 자연도 평가에서는 이러한 기준에 따라서 다양한 평가 항목들이 제안된 바 있으나, 본 연구에서는 Cho(1997)와 Oh(2012)의 연구에서 검토된 항목과 물리적·시각적 관점에서 향후

관리 방안을 적용하여 조정 가능한 항목들을 중심으로 Table 1과 같이 설정하였다.

또한, 시각화평가를 위하여 Table 2와 같이 일반현황 6개 항목과 하천 시각화평가에 대한 총 7개 부문 11개 항목으로 유사하게 구성하였다.

Table 2. Visual evaluation questionnaires items

Division	Questionnaires item
General	Gender
	Years
	The distance to the destination
	Using hours
	Number of visits
	The purpose of use
Visual evaluation	The quality of the water
	Flexion
	Transverse structures
	Kind of transverse aspect
	Multiformity of width
	Multiformity of sediments
	Plant and creature of water way edge
	An artificial of land use
	Harmony of the physical elements of the stream and landscape
	Accessibility to stream
Satisfaction of leisure facilities and convenience of physical elements	

2.4. 평가척도

본 연구에서는 자연도 평가를 위한 평가 척도는 Table 3에서 나타낸 바와 같이 원 자연상태와 매우 근접한 경우(1등급, 5점)에서부터 자연적 요소가 거의 없는 인위적인 상태(5등급, 1점)까지 5단계의 등급척도를 사용하여 항목별로 등급별 점수를 부여하는 방법을 적용하였다. 5단계의 등급별 점수체계를 설정한 이유는 하천의 질을 규정하는 기존의 평가체계가 5등급으로 제시되어 있을 뿐 아니라, 본 평가체계와 보완적 관계에 있는 수질등급이 5등급 체계로 구성되어 있어서 일반인들이 평가결과를 쉽게 이해할 수 있도록

하는 장점이 있기 때문이다(Cho, 1997). 또한 평가척도를 이용한 총괄지수의 계산을 위해서 부문간 가중치는 동일하게 적용하였으며, 등급별 점수가 1점에서 5점까지인 점을 고려하여 등급간 구분 지수간 간격은 이 점수를 5등분하여 0.8점씩 차등을 두어 Table 4와 같이 구분하여 적용하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 자연도평가

금호강에 대한 자연도 평가결과 Fig.2에 나타낸 바

Table 3. Stream natural grade standard

Grade	Score	Standards
1	1	Very similar to natural state
2	2	Similar to natural state but partially an artificial elements
3	3	Similar to natural state but many an artificial elements
4	4	Natural elements by severe interference is little observed
5	5	Natural elements by excessive interference is none

Table 4. Stream natural detail grade standard

Stream grade	I	II	III	IV	V
Index(I)	$1.8 \geq I > 1.0$	$2.6 \geq I > 1.8$	$3.4 \geq I > 2.6$	$4.2 \geq I > 3.4$	$5.0 \geq I > 4.2$

와 같이 평가 등급은 주로 2등급과 3등급사이를 나타내고 있다. 총괄지수는 평균 2.5등급으로 나타났으며, 부문지수는 종적측면이 1.2등급으로 가장 양호하게 나타났고, 하상구조와 저수로변구조가 2.8등급으로 가장 나쁘게 나타났다. 최빈치는 3.0등급으로 나타났다. 등급이 상대적으로 낮은 구간(1-3)에서는 종적측면과 저수로변구조가 양호하게 나타난 결과라는 것을 알 수 있다.

다음으로, 신천의 평가 등급(Fig. 3)은 주로 2.3등

급~3.0등급사이를 이루고 있다. 총괄지수는 평균 3.2등급으로 나타났으며, 부문지수는 수질현황이 2.7등급으로 가장 양호하게 나타났으며, 수로구조현황이 4.0등급으로 가장 나쁘게 나타났다. 최빈치는 금호강과 마찬가지로 3.0등급이 나타났다. 등급이 상대적으로 낮은 구간(8-9)에서는 수질현황과 종적측면, 하상구조 등이 양호하게 나타난 결과라는 것을 알 수 있다.

마지막으로, 남천의 평가 등급(Fig. 4)은 주로 2.1등

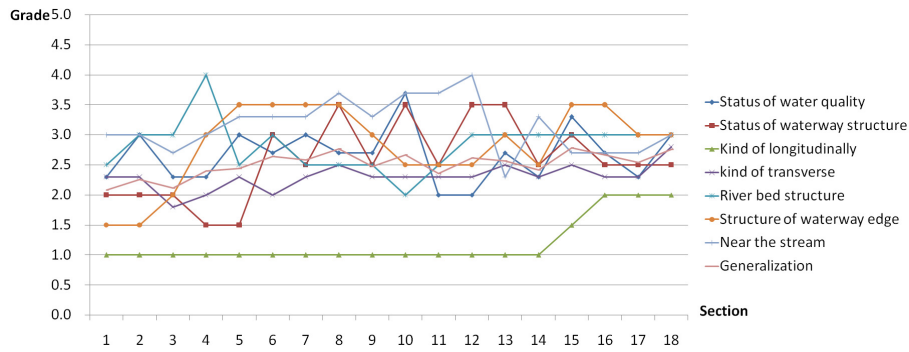


Fig. 2. Geumho river's naturalness evaluation overall exponential and sector exponential.

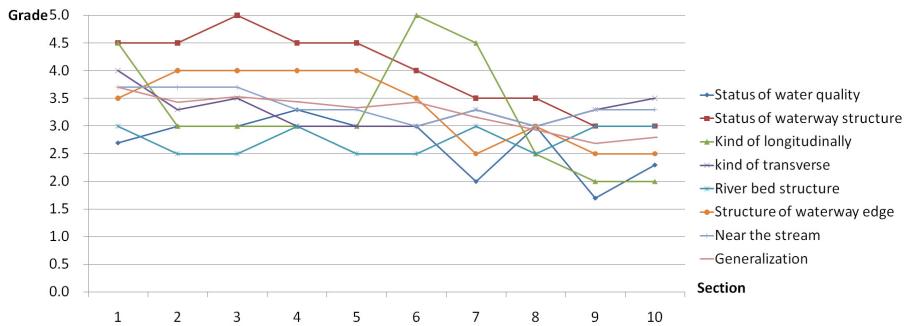


Fig. 3. Shinchun's naturalness evaluation overall exponential and sector exponential.

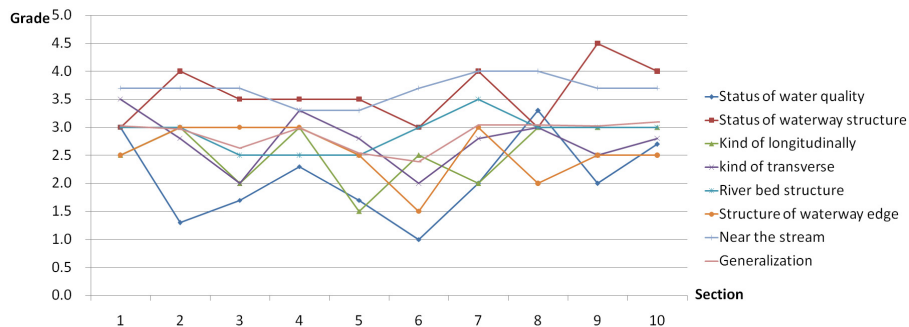


Fig. 4. Namchun's naturalness evaluation overall exponential and sector exponential.

급~3.7등급 사이를 이루고 있다. 총괄지수는 평균 2.9등급으로 나타났으며, 부문지수는 수질현황이 2.1등급으로 가장 양호하게 나타났으며, 하천주변 항목이 3.7등급으로 가장 나쁘게 나타났다. 최빈치는 금호강, 신천과 마찬가지로 나타났다. 등급이 낮은 6구간에서는 수질현황과 저수로변 구조 항목 등이 양호하게 나타났다.

3.2. 시각화 평가

금호강 이용객을 대상으로 한 시각화평가(Fig. 5)의 총괄지수는 2.5등급으로 최빈치는 2등급으로 나타

났다. 금호강은 다른 하천에 비해 개발이 아직 미비한 상태로 대부분의 항목에서 최빈치인 2등급이 나타났으며, 저수로변 구조와 종적측면에서는 1등급도 나타났다. 하지만 하상구조에서는 3등급이 나타났다.

다음으로, 신천 이용객을 대상으로 한 시각화평가(Fig. 6)의 총괄지수는 3.1등급으로 최빈치는 3등급으로 나타났다. 신천에서는 하천주변, 저수로변 구조, 횡적측면에서 4등급이 많은 것으로 나타났으며, 저수로변 구조, 횡적측면, 수로구조현황에서 5등급도 분포하고 있어 등급에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

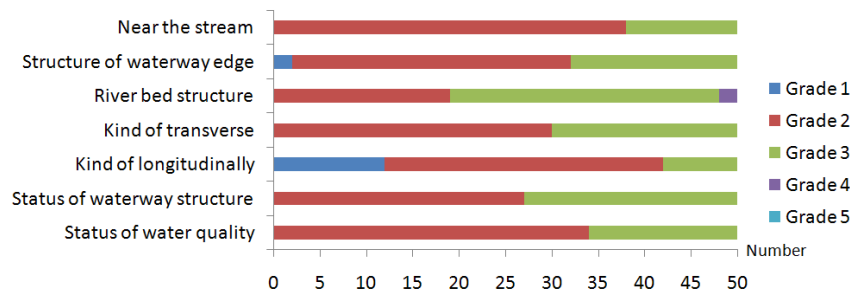


Fig. 5. Geumho river visual evaluation result.

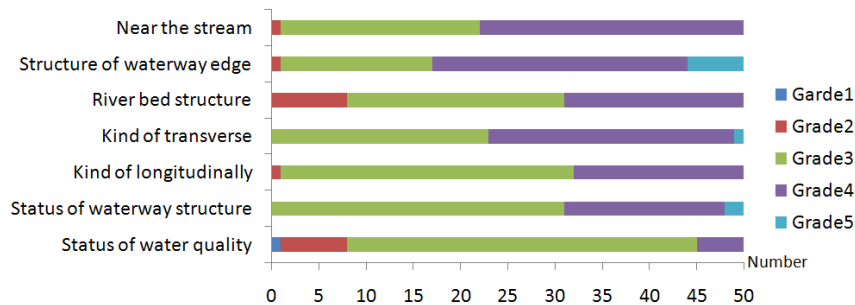


Fig. 6. Shinchun visual evaluation result.

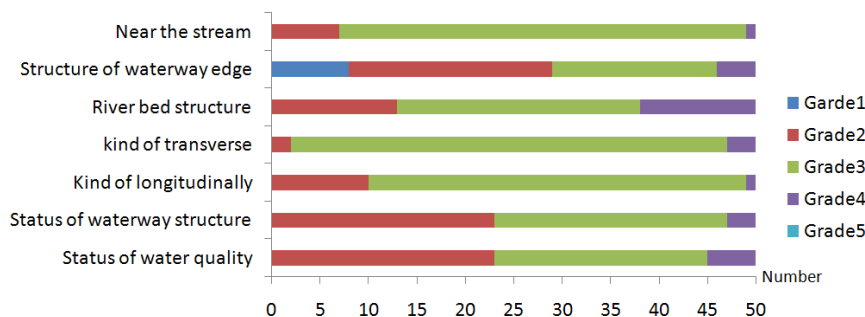


Fig. 7. Namchun visual evaluation result.

마지막으로, 남천 이용객을 대상으로 한 시각화평가(Fig. 7)의 총괄지수는 2.7등급으로 최빈치는 3등급으로 나타났다. 남천에서는 5등급은 나타나지 않았으며, 모든 항목에서 4등급까지의 분포가 나타났다. 그중 종적측면에서 4등급이 제일 작게 나타났으며, 하상구조에서 4등급이 제일 많게 나타났다.

3.3. 시각화 평가의 통계적 검증

하천별 시각화평가의 결과를 가지고 시각화평가 설문 내용이 다른 하천에 어느 정도 적용가능한지에 대해 알아보기 위하여 두 독립표본 t-검정을 실시하였다. t-검정을 하면 독립적인 두 표본의 평균의 차이가 유·무의한지를 알 수 있다. 그러므로 하천이 3곳인 관계로 2곳씩 묶어 검정을 실시하였다.

3.3.1. 금호강-신천

두 하천의 t-검정 결과(Table 5)를 살펴보면 대부분

의 항목들은 유의한 것으로 나타나 평균의 차이가 있음을 나타내주고 있다. 하지만 하천의 물리적 요소와 하천경관의 조화성, 하천의 접근성에는 별다른 차이가 없는 것으로 나타났다.

3.3.2. 신천-남천

두 하천의 t-검정 결과(Table 6)를 살펴보면 대부분의 항목들은 유의한 것으로 나타나 평균의 차이가 있음을 나타내주고 있다. 하지만 하천의 물리적 요소와 하천경관의 조화성, 하천의 여가시설 및 물리적 요소의 편의성 만족도에는 별다른 차이가 없는 것으로 나타났다.

3.3.3. 금호강-남천

두 하천의 t-검정 결과(Table 7)를 살펴보면 대부분의 항목들은 유의한 것으로 나타나 평균의 차이가 있음을 나타내주고 있다. 하지만 저수로 주변 식생 및 식

Table 5. Geumho river - Shinchun t-test result

Questionnaires item	t-test		p
	t	f	
The quality of the water	5.763		0.000
Flexion	8.885		0.000
Transverse structures	12.254		0.000
Kind of transverse aspect	9.519		0.000
Multiformity of width	9.651		0.000
Multiformity of sediments	4.394	98	0.000
Plant and creature of water way edge	11.563		0.000
An artificial of land use	4.576		0.000
Harmony of the physical elements of the stream and landscape	0.000		1.000
Accessibility to stream	0.926		0.357
Satisfaction of leisure facilities and convenience of physical elements	5.379		0.000

Table 6. Shinchun - Namchun t-test result

Questionnaires item	t-test		p
	t	f	
The quality of the water	2.272		0.025
Flexion	6.942		0.000
Transverse structures	5.414		0.000
Kind of transverse aspect	5.501		0.003
Multiformity of width	1.753		0.045
Multiformity of sediments	1.687	98	0.000
Plant and creature of water way edge	9.202		0.000
An artificial of land use	6.880		0.000
Harmony of the physical elements of the stream and landscape	0.731		0.467
Accessibility to stream	3.827		0.035
Satisfaction of leisure facilities and convenience of physical elements	1.016		0.312

Table 7. Geumho river - Namchun t-test result

Questionnaires item	t-test		p
	t	f	
The quality of the water	2.783		0.006
Flexion	1.256		0.021
Transverse structures	8.264		0.000
Kind of transverse aspect	2.589		0.011
Multiformity of width	6.709		0.000
Multiformity of sediments	2.498	98	0.014
Plant and creature of water way edge	0.140		0.889
An artificial of land use	1.647		0.103
Harmony of the physical elements of the stream and landscape	0.766		0.445
Accessibility to stream	3.082		0.003
Satisfaction of leisure facilities and convenience of physical elements	6.673		0.000

물균락의 자연성, 하천주변의 토지이용의 인공화 정도, 하천의 물리적 요소와 하천경관의 조화성에는 별 다른 차이가 없는 것으로 나타났다.

결과를 정리해보면, 먼저 t-test에 앞서 ‘시각화 평가의 평균은 서로 차이가 존재하지 않는다.’라는 가설을 세웠다. 결과에 의하면 금호강-신천의 경우에는 2개의 항목을 제외하고는 $p > 0.05$ 보다 작게 나와 귀무가설이 기각 되어 차이가 있는 것으로 나타났으며, 신천-남천의 경우에서도 2개의 항목을 제외하고는 $p > 0.05$ 보다 작게 나와 귀무가설이 기각 되어 차이가 있는 것으로 나타났다. 마지막으로 금호강-남천의 경우 3개의 항목을 제외하고는 $p > 0.05$ 보다 작게 나와 귀무가설이 기각 되어 차이가 있는 것으로 나타났다.

4. 결론

자연도평가와 시각화평가를 실시하여 얻어진 결과를 가지고 등급별로 나누어 결과를 도출, 비교·분석하였고, 시각화평가를 통해 얻어진 결과를 토대로 본 연구에서 사용된 설문내용이 다른 하천에도 적용가능한지에 대해 통계적으로 검정을 실시하였다. 그 결과는 다음과 같다.

- 1) 자연도평가 결과 금호강의 자연도평가 등급이 세 하천 중 가장 높은 2.5등급으로 나타났으며, 시각화평가 결과 마찬가지로 금호강이 가장 높은 2.5등급으로 나타났다.
- 2) 시각화평가의 결과를 통해 하천자연도 등급 평균차이에 대한 유의성을 검정하여 시각화평가 항목들

이 다른 하천에 적용 가능한지를 알아보기 위해 t-검정을 실시하였다. 그 결과 대부분 등급평균의 차이가 유의한 것으로 나타났다. 이는 각 항목이 독립적인 특성을 지니고 있어서, 평가기준을 다른 하천에 적용하여도 고유의 특성을 파악하기엔 무리가 없다고 판단된다.

자연도평가와 시각화평가 모두 금호강이 제일 양호한 결과를 나타내었다. 하지만 본 연구에서는 평가항목의 다양성과 설문조사에 있어 표본수가 적은 단점을 가지고 있지만, 본 연구를 통해 다른 하천의 연구에 적용가능함에 대한 검토는 어느 정도 성과가 있었다. 이런 문제점을 보완하여 향후 연구를 진행한다면 하천을 관리하는데 도움이 되리라 판단된다.

참 고 문 헌

Ahn, S. S., Jung, D. J., Lee, S. S., Kim, W. S., 2012, Study on the Flow Characteristics at Natural Curved Channel by 2D and 3D Models, Journal of the Environmental Sciences, 22(4), 471-478.

Boon, P.J., 1992, Essential Elements in the Case for River Conservation, in P.J. Boon et al., 1992, River Conservation Management, New York: John Wiley & Sons, 11-33.

Cho, Y. H., 1997, Development of an Evaluation Method of Stream Naturalness for Ecological Restoration of Stream Corridors, Ph. D. Dissertation, Seoul National University, Seoul, Korea.

Eom, T. H., 2011, A Study on the Post-implementation Evaluation for the Close-to-Nature Stream Improvement,

- Master Thesis, Kyungwon University, Seoul, Korea.
- KICT, 1997, Development of Close-to-Nature River Improvement Techniques Adapted to the Korean Streams Vol. I; Development of Conservation, Rehabilitation, and Creation Techniques of Natural Environment for the Coexistence of Man with Nature, 40, Seoul, Korea.
- Kim, K. S., 2012, A Study on Naturalness Evaluation and Feasibility of Urban Stream, Master Thesis, Kyungil University, Daegu, Korea.
- Oh, S. H., 2012, A Study on Naturalness Evaluation after Stream Modifications, Master Thesis, Chonnam National University, Gwangju, Korea.
- Otto, Albrecht, 1995, Rheinland-Pfalz Aktion Blau: Gewässerentwicklung in Rheinland-Pfalz, Ministerium für Umwelt und Forsten, 11-18.
- Park, B. J., 2006, The Evaluation of River Naturalness for Biological Habitat Restoration, Master Thesis, Chungnam University, Daejeon, Korea.
- Park, I. S., 2000, A Study on the Evaluation of River Naturalness for Close-to-River Restoration, Master Thesis, Kyung-Hee University, Seoul, Korea.
- Seong, J. T., 2012, Easy-to-understand Statistical Analysis, Hakjisa, 135-138.
- Yoon, Y. C., 2011, Integrated Environmental Characteristics and Naturalness Assessment of Urban Stream using Geographic Information System(GIS), Master Thesis, Changwon National University, Changwon, Korea.