

# 하천생태계 기능, 서비스, 가치 관점에서 본 하천복원 정의 및 모형의 고찰

## Assessment of Definitions and Models of River Restoration based on the Functions, Services, and Values of River Ecosystem

우효섭\*

광주과학기술원 지구환경공학부

Hyoseop Woo\*

School of Earth Science and Environmental Engineering, Gwangju Institute of Science and Technology, Gwangju 61005, Korea

Received 3 July 2017, revised 14 July 2017, accepted 25 July 2017, published online 30 September 2017

**ABSTRACT:** This study aims to identify and reduce the gaps of understandings and thoughts of river restoration between river engineers and ecologists by logically re-examining the definition and value of river restoration. For this purpose, function, and goods and services of river ecosystem are analyzed based on the study of those by de Groot et al. (2002). From the result of this analysis, definitions and strategies of presently-known river restoration and its similar activities are re-examined. Next, presently-known river restoration models, ERM (Ecological restoration model), ARM (Amenity restoration model) and semi-ERM (semi-Ecological restoration model), are reinforced in their frameworks. This study is expected to narrow the gap, between the professionals of different fields, of their understandings and thoughts of river restoration.

**KEYWORDS:** River restoration, River ecosystem's functions, Goods and services, and values, River restoration models

**요약:** 본 연구는 하천복원에 대해 하천기술자들과 생태학자들 간 이해와 사고의 간격을 확인하고 그 간격을 줄이기 위해 하천복원의 정의와 의의를 학술적, 논리적으로 재 고찰 하는 것이다. 이를 위해 우선 하천생태계의 기능, 재화와 용역에 대해 de Groot et al. (2002)의 자료에 근거하여 분석하였다. 이를 토대로 지금까지 알려진 하천복원을 포함한 유사 활동의 정의와 복원전략을 재 고찰 하였다. 그 다음 생태복원모형 (ERM), 어메니티복원모형 (ARM), 준생태복원모형 (semi-ERM) 등 기존의 하천복원모형의 개념을 보완하였다. 이 연구는 그 동안 하천복원에 대해 이해와 생각을 달리한 전문가들이 서로 간 사고의 간격을 줄이는데 도움이 될 것으로 기대된다.

**핵심어:** 하천복원, 하천생태계의 기능, 재화와 서비스, 가치, 하천복원모형

## 1. 서론

하천이 주는 심미적, 위락적 가치, 통칭하여 ‘친수’(親水) 가치를 고려하여 국내에서 하천사업이 처음 시도된 것은 1980년대 중반의 한강종합개발사업일 것이다. 이는 국내에서 최초로 시행한 ‘비 댐’ 하천개발사업

으로서 지금 기준으로 일부 시행착오가 있었다 해도 ‘최초’라는 의미가 있다. 친수 가치에 일부 생태적 가치를 고려하여 도시 중소하천을 ‘재정비’한 사업은 1990년대 중반 서울시 양재천 사업이 국내 처음일 것이다. 경기도 과천시 구간과 서울시 서초구 구간의 양재천에 ‘자연형 하천’이라는 이름으로 연구목적의 시범사업을

\*Corresponding author: hsw00603@gmail.com, ORCID 0000-0003-3708-8053

© Korean Society of Ecology and Infrastructure Engineering. 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.

시작으로 (KICT/MOE 1996-2001) 그 이후 이와 유사한 하천사업이 전국적으로 확대되었다. 하천복원이라는 용어는 그 이후부터 국내에서 본격적으로 사용되었다. 동시에 하천복원의 ‘아류’ 성격의 사업들이 건설교통부, 환경부, 소방방재청 등 하천관련 주무부처는 물론 지방자치단체들 사이에서 경쟁적으로 진행되었다 (Kim and Woo 2006).

2000년대 들어와 ‘넓은 의미의’ 하천복원사업의 맥미는 서울시 청계천복원사업일 것이다. 문제는 위와 같은 다양한 하천복원 유형의 사업들에 대한 평가이다. 평가의 기준은 이른바 ‘잣대’와 현실성이다. 평가 철학과 기준이 다르면 결과가 다를 수밖에 없다. 또한 현실적으로 가능하지 않은 것을 기대하면 평가가 긍정적이기 어려울 것이다. 더욱이 평가철학을 구성하는 기본개념들에 대한 이해가 다르면 평가결과가 다를 수밖에 없다.

본 연구는 이러한 문제를 극복하는 노력의 일환으로, 하천복원은 물론 이와 유사한 활동의 정의와 의의, 나아가 서로 다른 복원전략을 바탕으로 하는 하천복원모형을 생태계 서비스와 가치라는 하나의 일관된 관점에서 재 고찰하는 것이다. 본 연구는 새로운 개념이나 방법론의 개발에 초점을 맞추기보다는 기존 개념과 방법론의 재평가와 일관성에 초점을 맞추었다.

## 2. 하천생태계의 기능, 서비스, 가치로 본 하천복원 고찰

하천복원이 무엇인가에 대한 답은 여러 가지로 나타날 수 있다. 이를 논리적으로 고찰하면 우선 하천의 기능 또는 하천생태계의 기능부터 시작하여야 할 것이다. 하천사업을 주도해온 하천기술자들은 하천의 기능을 흔히 공학적 기능 (engineering function)과 자연적 기능 (natural function)으로 구분하였다 (Woo 2004; TU Delft 2017). 여기서 공학적 기능은 용수공급, 골재, 수운, 수력발전 등 이수기능과 홍수조절 등 치수기능을 말하며, 자연적 기능은 생물서식처, 수질자정, 친수 기능 등을 말한다 (친수기능만 따로 떼어서 사회적 기능이라 분류하는 경우도 있음). 그러나 엄밀히 말하면 이수는 물이 가진 가치 (value)를 이용하는 것이며, 치수는 기능이라기보다는 관리대상이다 (Woo 2004). 또한 자연적 기능 중 하나로 간주되는 친수 (amenity)도 기능이라기보다는 하천이 인간에 주는 서비스이다. 따라

서 이러한 분류는 실무적으로 이해하기 편할지 모르나 학술적으로 논리성이 약하다.

하천도 근본적으로 자연생태계의 일부이므로 하천생태계의 내재적 구조와 과정 (process; 보통 기능이라고도 하지만 다음에 나오는 ‘기능’과 구분하기 위해 생태계 내에서 에너지와 물질순환은 여기서 과정이라 표시함)을 통해 인간사회에 재화와 서비스를 제공하는 ‘기능’이 있다. 이를 생태계기능 분류 (de Groot et al. 2002)에 준하여 제시하면, 조절 (regulation), 서식처 (habitat), 공급 (production), 정보 (information) 등으로 구분할 수 있다. 여기서 ‘서식처 기능’은 협의의 의미로서 야생동식물의 레피지움 (refugium)과 생산처 (reproduction habitat)로서 기능을 의미하며, 반면에 앞서 자연적 기능 중 하나로 열거된 ‘생물서식처’는 넓은 의미로서 야생 동식물의 서식공간을 의미한다.

이러한 각각의 기능이 인간사회에 제공하는 재화와 서비스는 다시 공급적 (provisional), 조절적 (regulating), 문화적 (cultural) 재화와 서비스 등으로 구분한다 (MA 2005). 여기서 ‘기능’은 재화와 서비스를 제공하는 능력이다. 따라서 결국 공급서비스는 주로 위에서 하천기술자들이 분류한 이수기능을, 조절서비스는 (자연적) 홍수조절과 수질자정 기능을, 문화적 서비스는 심미, 위락 등 친수성 기능에 해당한다.

각각의 생태계는 그 수용능력이 제한되어 있다. 인간사회가 요구하는 하천생태계 의 공급과 조절 서비스 양이 자연생태계가 줄 수 있는 양을 초과하면서 (Limburg et al. 2002는 이를 ‘지속가능한 이용수준’이라 함) 이른바 하천의 공학적 기능이 인위적으로 확대되었다. 그 결과 하천 생태계의 구조와 과정이 교란되고, 그에 따라 자연하천의 제 기능에 부정적 영향을 주게 되었다. 이러한 관계를 de Groot et al. (2002)의 생태계 기능, 재화와 서비스, 평가와 가치화 관계 그림을 차용하여 표시하면 Fig. 1과 같다.

Fig. 1에서 가치 (value)는 하천생태계의 재화와 서비스의 ‘중요성’을 의미하며, 생태적 가치는 주로 하천생태계의 조절서비스와 재화공급의 가치를, 사회문화적 가치는 하천생태계의 문화적 서비스의 가치를 의미한다. 경제적 가치는 이러한 제 가치를 금전적으로 평가한 것이다.

하천 복원 (restoration)은 결국 하천생태계의 생태적, 사회문화적 가치를 정량적, 정성적으로 평가하여

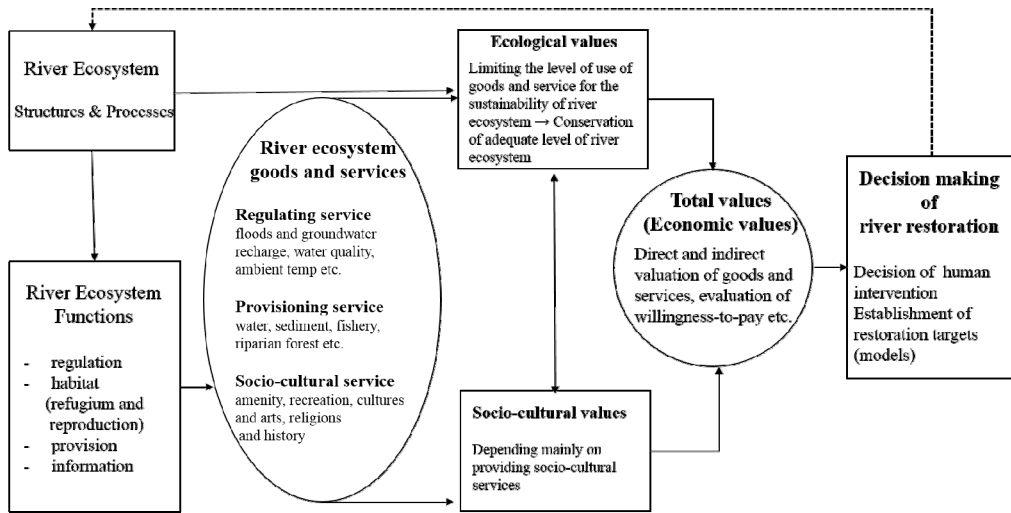


Fig. 1. Functions, goods and services of river ecological system, and decision making of river restoration (based on Fig. 1 at de Groot et al's paper, 2002).

의사결정 하는 것이다. 교란된 하천에 인간이 개입할 것인지를 시작하여 어떠한 복원목표를 설정하고 복원사업을 할 것인지, 즉 복원모형을 설정하는 것이다.

전통적으로 하천복원은 치수사업이나 기타 단일 목적의 하천사업, 또는 불량한 유역관리에 의해 훼손된 하천의 자연적 기능, 즉 서식처, 수질자정, 경관 기능을 되살리기 위해 하도와 수변을 원 자연상태에 가깝게 되돌리는 것으로 정의된다 (Woo et al. 2017). 이러한 정의는 하천기능을 공학적 기능과 자연적 기능으로 분류하여 과도한 공학적 기능 추가로 훼손된 자연적 기능이 되살린다는 의미에서 하천실무에서 쉽게 이해된다.

하천복원 관련 종합적인 매뉴얼 성격으로 미국에서 제작된 자료 (USDC 1998)에는 본격적인 하천복원 활동 전에 생태계를 훼손하는 교란 원인을 찾아 이를 제거하여 하천생태계 구조와 과정이 자체적인 재생능력 (self-regeneration), 또는 생태계의 탄력성에 의해 스스로 회복하는 하천 교정 (remediation)부터 소개하고 있다. 하천복원은 인간활동에 의해 훼손된 하천생태계의 구조와 기능을 원 상태로 되돌리는 활동으로 정의하고 있다. 다음 하천 회복 (rehabilitation)을 하천복원과 구분하여 훼손된 하천에서 (새로운) 생태계가 자연적으로 되살아나도록 형태적, 수문적으로 안정된 환경을 만들어 주는 것으로 정의한다. 따라서 하천회복은 하천복원과 달리 원 생태계의 구조와 과정으로 똑 같게 되돌리는 노력이 반드시 필요하지 않다. 이 자료에는 마지막으로 하천 간척 (reclamation)은 인간을 위해 자연자원

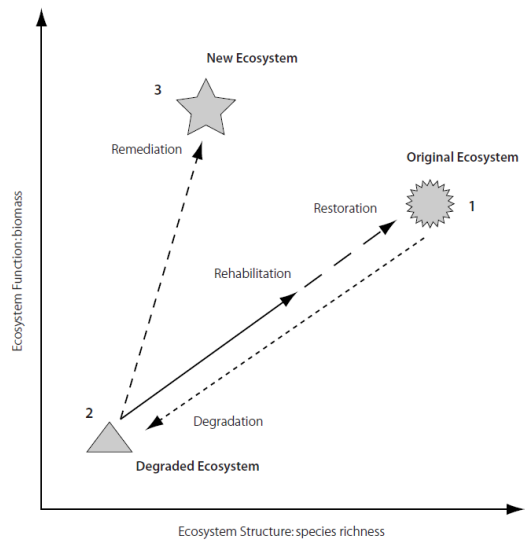


Fig. 2. The differences between recovery, rehabilitation and remediation (Originally from Bradshaw, 1996).

을 이용하는 과정으로서, 하천 원 생태계의 생물적, 물리적 능력을 변경하는 것이다. 이는 수변을 농경지나 기타 용도로 바꾸는 것을 의미하나, 그 의미를 확대하면 홍수터에 하천공원 등을 조성하는 것도 이 범주에 포함될 것이다.

Rutherford et al. (2000)은 호주의 하천복원 매뉴얼에서 하천복원 정의를 Fig. 2와 같은 생태계 구조와 과정 축에서 표시한 캐나다 자료를 소개하였다. 이 그림에서 '구조' 축은 종의 다양성과 생태계의 복잡성을 대

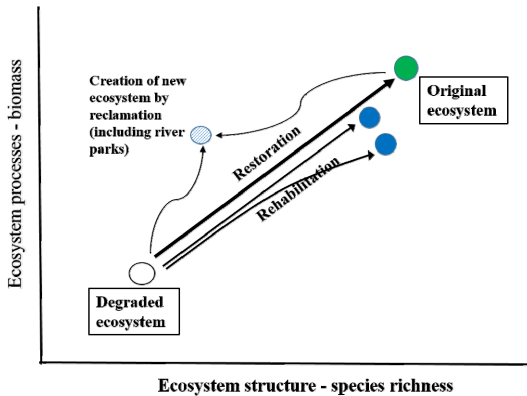


Fig. 3. Meanings of various types of river restoration (Woo et al. 2017, Fig. 9.10).

표하며, ‘과정 (기능)’ 축은 생물량과 영양염류량을 대표한다.

그러나 이 개념도의 한계는 100% 원 하천생태계 구조와 과정으로 복원된 것과 그 중간에 있는 것을 어떻게 구분하여 하천복원과 하천회복을 나눌 수 있는가이다. 나아가 이 그림에서 ‘remediation’을 새로운 생태계의 창출로 보았지만 훼손된 생태계는 그 훼손원인을 제거 해주면 생태계의 탄력성으로 원 생태계를 향해 어느 정도 돌아갈 수 있기 때문에 일반적으로 그 결과는 앞서 설명한 하천회복과 구분하기 어려울 것이다. 이 점에서 미국 매뉴얼에 소개되는 하천복원 정의를 생태계 구조와 과정 축에서 표시한 Fig. 3과 같은 개념도가 도움이 될 것이다.

Fig. 1과 Fig. 3을 통합적으로 보고 고찰하면 하천복원은 우선 Fig. 1에서 훼손된 생태계 구조와 과정으로 인해 1) 직, 간접적으로 하천의 생태적 가치가 감소하였거나, 2) 하천생태계 기능이 저하되고 그로 인해 재화와 서비스 기능이 저하되어 하천의 가치가 전체적으로 감소하는 경우 Fig. 3에서와 같이 하천생태계의 구조와 기능을 교란 전 상태로 최대한 가깝게 되돌린다는 것이다. 이를 통해 하천의 총 가치를 교란 전 상태로 회복하는 것이다. 이러한 하천복원의 정의와 의의를 기준으로 하천복원사업을 의사결정 하기 위해서는 Fig. 1의 총 가치를 최대한 정량화 하여 비교 평가하여야 하나 대부분의 경우, 하천생태계가 주는 재화와 서비스 양을 과학적, 정량적으로 평가하는 것은 가능하지 않다. 설명 가능하다 하여도 개발사업의 편익/비용 (B/C) 비교와 같이 이렇게 평가된 하천의 총 가치를 ‘편익’으로, 하천

복원사업에 드는 돈을 ‘비용’으로 하여 계산하게 되면 대부분의 경우 ‘B/C ratio’는 1.0을 넘기 어려울 것이다.

위와 같은 관점에서 하천복원의 목표설정에 대한 Dufour and Peigay (2009)의 평가는 의미가 있다. 그들은 하천을 왜 과거 비교란 상태 즉 자연상태로 되돌려야 하나?, 인간활동에 의해 변형된 하천이 꼭 반자연적인가?, 비교란 상태로 되돌리기 위한 기준 (reference)은 무엇이며 실제 가용 한가? 등 자연생태계 복원 위주의 하천복원 정의와 의의에 근본적인 의문을 제기하였다. 대안으로서 그들은 Fig. 1에서와 같이 하천이 주는 사회적, 경제적 가치를 유지하며 동시에 생태적 가치를 되살릴 수 있는 (새로운) 생태시스템을 만들어 주는 것이 현실적으로 바람직하다고 하였다. 이를 위해 하천복원사업은 ‘참조에 기초한 (reference-based)’ 전략보다는 ‘목표에 기초한 (objective-based)’ 전략이 바람직함을 강조하였다. 이는 ‘사업목표가 분명한’ 하천회복에 해당할 것이다.

우효섭과 김한태 (Woo and Kim 2010)는 1960년대부터 도시화, 산업화, 경지정리사업, 하천정비사업 등으로 과거의 하천은 상당부분 사실상 영구히 변형된 상태에서 하천복원목표 설정에 대한 위와 같은 Dufour and Peigay의 제안이 국내 여건에 보다 더 적합함을 강조하였다.

그렇다면 ‘참조에 기초한’ 복원전략과 ‘목표에 기초한’ 복원전략은 구체적으로 어떠한 것들일까? 전자는 복원대상 하천의 훼손 전 그 하천이 지녔던 하천환경 (물리적, 화학적, 생물적) 특성을 찾아 그대로 복원하는 것이라면, 후자는 훼손 전 그 하천이 인간사회에 주었던 재화나 서비스 중 실현 가능한 어느 한 두 목표의 복원에 초점을 맞추는 것이다. 연어회귀의 복원, 자연 하반림의 복원, 강변백사장의 복원 등이 이에 해당할 것이다.

전자는 주로 인간활동에 의해 훼손되기 전 하천환경 자료가 가용한 경우, 또한 그러한 자료를 바탕으로 하천환경을 되돌리는 것이 현실적으로 가능한 경우, 또한 하천 또는 수변과 생태적으로 연결된 주변 바탕 (matrix) 이나 다른 생태조각 (patch) 등이 상당부분 보전되어 있는 경우 고려할 수 있을 것이다. 반면에 후자는 위와 같은 전제조건을 만족하지 못하는 경우, 또는 그러한 조건이 가능해도 이른바 편익/비용 값이 비현실적으로 낮은 경우 고려할 수 있을 것이다. 그러한 비용에는 ‘참조

에 기초한' 복원목표 추구를 위해 하천의 공학적 기능이 일부, 또는 전부가 훼손되는 경우 대안 마련 비용도 포함될 것이다.

결론적으로 하천복원의 의의는 훼손된 하천을 과거 그 하천의 생태계 구조와 과정으로 되돌려서 그 하천이 원래 가졌던 생태적, 사회문화적 가치를 복원하는 것에 있다. 여기서 중요한 것은 Fig. 1에서와 같이 하천이 다양한 재화와 서비스를 제공할 수 있는 능력인 하천생태계 기능은 그 하천의 생태계 구조와 과정이 건전하여야 제대로 작동할 수 있다는 점이다. 하천생태계 기능이 제대로 작동하지 않으면 그에 따라 '완전한' 생태적 가치나 문화사회적 가치는 기대하기 어려울 것이다.

### 3. 하천복원모형

하천복원사업의 기본 틀이 될 복원모형의 설정하기 위해서는 앞 장에서 언급한 복원전략이 중요하다. 복원모형 개발을 위한 전략을 조금 더 명료화 하기 위해 복원목표를 단순화 하여 크게 생태적 가치 또는 '생태성'과 사회문화적 가치 또는 포괄하여 '친수성'으로 구분한다. 여기에 국내 하천여건상 치수성을 함께 고려한다. 그 이유는 국내 하천구간의 대부분이 제방, 댐 등을 이용하여 치수사업이 마무리 되었거나 진행 중이기 때문에 복원목표의 후보인자들이 인위적 홍수조절능력 등 치수성에 미치는 영향을 고려하여야 하기 때문이다. Fig. 4는 이 같은 하천의 생태성, 친수성, 치수성 간 상관관계를 정성적으로 표시한 것이다 (Woo and Kim 2010). 생태성과 치수성의 역 상관관계는 일반적으로 치수위주의 하천사업이 생태성을 훼손하는 것에서 잘 알 수 있다. 친수성과 치수성의 역 상관관계 역시 치수위주의 하천정비사업이 주는 심미성 등의 저하에서 유추할 수 있다. 다만 생태성과 친수성은 일정 한도까지 상관성을 보이나, 어느 한도가 넘으면 역 상관관계가 되는 것은, 다소 주관적인 면이 있지만, 생태성이 높은 자연하천은 친수성이 오히려 떨어질 수 있다는 점에서 알 수 있다.

Woo and Kim (2006)은 생태성 복원에 초점을 맞춘 생태복원모형 (ERM), 친수성 복원에 초점을 맞춘 어메니티 복원모형 (ARM), 그리고 그 중간 성격으로 준생태복원모형 (semi-ERM)을 제안하였다. 이러한 모형은 Fig. 4에서 하천복원의 목표를 어디에 둘 것인지 1차적 기준으로 개념화한 것이다. 따라서 이러한 모

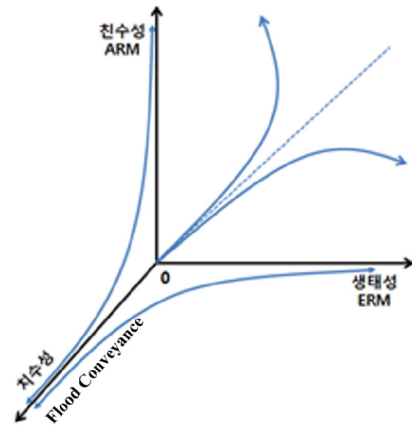


Fig. 4. Relationships between ecological soundness, amenity, and flood conveyance.

형들은 복원대상 하천의 상태와 각 모형의 특성을 고려하여 정성적으로 선정될 수 있다. ERM은 주변이 비교적 덜 개발된 비도시 하천에 가용한 모형으로서, 이 모형에서 과거 자료나 참조하천 (reference river)은 복원계획의 수립에 큰 도움을 줄 것이다. 이 모형의 구체적인 복원목표로서 그 하천에 서식하였던 상징적인 생물종의 복귀 등을 고려할 수 있을 것이다. 이 모형의 성과는 '이상적' 하천복원으로 나타난다. 반면에 ARM은 주변이 어느 정도 개발된 도시하천에 적합한 모형으로서, 그 특성상 과거 상태에 기초한 복원보다는 인위적인 면이 가미된 친수성이라는 가시적인 목표에 기초한 복원모형이다. 이 모형에서 복원의 '거울'이 되는 참조하천은 반드시 필요하지 않을 것이며, 개별 하천의 자연적, 사회적 특성을 고려하여 친수성이나 역사문화성 등 구체적인 복원목표를 설정할 수 있을 것이다. 이 모형의 성과는 보통 '공원하천' (거칠게 표현하면 Fig. 3에서 '하천간척') 유형으로 나타난다.

semi-ERM은 생태성을 지향한다는 점에서 ERM과 같으나 복원 후 지속적인 관리 없이는 생태계 구조와 기능의 지속가능성을 담보하기 어려운 경우이다. 이 모형은 주변이 개발된 도시하천에서 친수성이 아닌 생태성 목표를 지향하는 경우 부분적으로 적용 가능한 모형이다. 이 모형의 성과는 보통 Fig. 3에서 '하천회복'으로 나타난다. 이 같은 세 모형의 특성을 비교하면 Table 1과 같다.

하천복원사업 계획 시 그 하천에 적합한 하천복원모형을 선정하기 위해서는 우선 대상하천의 상황을 분석하여 정성적, 정량적으로 평가하여야 할 것이다. Table 2

**Table 1.** Comparison of river restoration models (Woo et al. 2015, p. 649).

Item	ERM	ARM	Semi-ERM
Restoration target	Ecological values	Socio-cultural values	Limited restoration of ecological values
Orientation	Ideal restoration	Reclamation	Rehabilitation
Applicable type of river	Non-urban rivers	Urban rivers	Limited application to urban rivers
Detailed restoration target	Ecological function at pre-disturbed state	Focused mainly on socio-cultural values	Ecological function at new state
Space allocation	Ecological space > flood control space or socio-cultural space	Flood control space > ecological space or socio-cultural space	Ecological space = flood control space or socio-cultural space
Sustainability	Ecological sustainability	Safety of citizen and protection of facilities	Sustainable only with continuous management

Note) Flood control space in this table means those surrounded by levees including any neighboring retention basins.

**Table 2.** Classification of some river restoration works done recently in Korea.

Rivers	Location (Principle agent)	Period of implementation	Model	Restoration characteristics	References
Yangjae-cheon	Gwacheon, Gyeonggi-do/Seoch ho-gu, Seoul	1996 - 2001	Semi-ERM	Demonstration project	Casebook of River Restoration (River Restoration Study Group, 2006)
Cheonggye-cheon	Seoul	2003 - 2005	ARM	A full-scale project first ever	same as above
Osan-cheon	Osan, Gyeonggi-do (MOCT)	1996 - 1998	Semi-ERM	Focused on low-flow channel	same as above
Taewha-gang	Ulsan	2005 - 2009	ARM	Focused on water quality	Restoring Rivers of Life (Ecological Engineering Forum, 2011)

는 최근 국내에서 시행된 몇 개의 ‘하천복원’ 관련사업을 역으로 위 세가지 유형의 하천복원모형에 맞춘 것이다. 이 표에서 적용모형 분류는 당초 복원사업의 목표나 사업 후 모니터링을 통해 정량적으로 분석된 결과를 가지고 한 것이라기보다는 해당하천의 특성과 사업성과를 우선적으로 고려한 것으로서, 정성적인 평가에 의한 것이다.

#### 4. 요약 및 결론

본 연구는 하천복원에 대해 하천기술자들과 생태학자들 간 이해와 사고를 달리함에 따른 불필요한 오해와 노력의 낭비를 줄이기 위해서 하천복원의 정의와 관련 모형 등을 재 고찰하는 것이다. 이를 위해 우선 생태계의 기능, 재화와 서비스 및 가치평가 등에 대한 de Groot et al. (2002)의 자료를 하천생태계에 초점을 맞추어 제시하였다. 이를 토대로 하천복원 관련 용어와 모형의 개념

을 설명하였다. 본 연구에서 얻어진 결론은 다음과 같다.

- 하천생태계의 기능 측면에서 하천복원의 목표는 인간활동으로 훼손된 하천의 생태적 기능을 복원하여 하천생태계가 주는 각종 재화와 서비스 수준을 회복하는 것이다.
- 그러나 과거 그 하천의 생태계가 가졌던 구조와 과정을 100% 복원하려는 노력, 일반적 표현으로 ‘진정한’ 하천복원 사업은 인간사회가 과거 수십 - 수백 년 동안 자연생태계를 ‘간척’ 하여 서식처를 완전, 또는 상당부분 변형하여 왔기 때문에 많은 경우 물리적, 경제적으로 비 현실적일 것이다.
- 대안으로 실현 가능한 생태적 복원목표를 설정하고 ‘새로운’ 생태계 구조와 과정을 발현하는 이른바 ‘하천회복’ 전략을 고려 할 수 있다.
- 또는 복원대상 하천의 여건상 하천의 사회문화 서비스, 즉 친수성 복원에 목표를 두는 ‘하천간척’ 전

락을 고려할 수 있다.

- 복원목표 등 하천복원 전략이 설정되면 그에 맞는 하천복원모형으로서 생태복원모형 (ERM), 어메너티 복원모형 (ARM), 준생태복원모형 (semi-ERM) 등을 고려할 수 있을 것이다.

## References

- Bradshaw, A.D. 1996. Underlying principles of restoration. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 53(Suppl. 1): 3-9.
- Dufour, S. and Piégay, H. 2009. From the myth of a lost paradise to targeted river restoration: forget natural references and focus on human benefits. *River Research and Applications* 25(5): 568-581.
- De Groot, R.S. et al. 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods, and services. *Ecological Economics* 41: 393-408.
- KICT (Korea Institute of Construction Technology) and MOE (Ministry of Environment). 1996-2001. National R&D of Close-to-nature river restoration techniques that are applicable to the rivers in Korea. (in Korean)
- Kim, K.H. and Woo, H. 2006. Ideal image and model of close-to-nature river works. Symposium proceedings of panel discussion on the right direction of close-to-nature river works and relevant legislation and proposal of local government on its governance. pp. 9-35. (in Korean)
- MA (Millennium Ecosystem Assessment). 2005. *Global Assessment Reports*.
- Limburg, K.E., et al. 2002. Complex systems and valuation. *Ecological Economics* 41: 409-420.
- Rutherford, I.D, Jerie, K. and Marsh, N. 2000. *A Rehabilitation Manual for Australian Streams*, Vol. 1 and 2, published by Cooperative Research Center for Catchment Hydrology and Land and Water Resources and Development Corporation.
- TU Delft. 2017. *Hydraulic Engineering - River Engineering*. <http://www.citg.tudelft.nl/en/about-faculty/departments/departments-of-hydraulic-engineering/sections/rivers-ports-waterways-and-dredging-works/river-engineering/> accessed on June 30, 2017.
- USDC (United States Department of Commerce). FISRWG. 1998. *Stream Corridor Restoration: Principles, Processes, and Practices*.
- Woo, H. 2004. Evolution and Prospect of River Works in Korea - Coordinate of Cheonggye-cheon River Works. *Korea Water Resources Magazine*. 37: 1 (in Korean)
- Woo, H., Kim W. and Ji, Un. 2015. *River Hydraulics*. Chungmungak Press.
- Woo, H. and Kim, H.J. 2006. An urban stream restoration model focused on amenity: case of the Cheonggye-cheon, Korea. *Proceedings of International Conference on Hydro-science and Engineering (ICHE)*. Philadelphia.
- Woo, H. and Kim, H.T. 2010. The objective of river restoration - focused on naturalness or human service?. *KSCE Annual Conference*. pp. 217-221 (in Korean)
- Woo, H. et al. 2017. *Ecological Engineering - Fundamentals and Applications*. Chungmungak Press. p. 318. (in Korean)