

## 독일 성과감독프로그램을 통한 하천생태복원 사후평가방안 연구 - 유럽물관리지침(WRRL)에 따른 하천관리 사례를 중심으로\*

이지영<sup>1)</sup> · 최재용<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> 충남대학교 농업과학연구소 · <sup>2)</sup> 충남대학교 산림자원학과

## A study on application for ecological restoration management through an implementation of “Erfolgskontrolle” - Focused on river management according to WRRL in Germany\*

Lee, Ji-Young<sup>1)</sup> · Choi, Jae-Yong<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Institute of Agricultural Science, Chungnam National University,

<sup>2)</sup> Department of Environment & Forest Resources, Chungnam National University.

### ABSTRACT

In Germany has a long history of ecological restoration and restoration management. At the beginning of the 1990s, the “Erfolgskontrolle” was used as an evaluation program after the restoration project and many exchanges of views took place. It is the time, in Korea, there is a need for a comprehensive evaluation program after the restoration project, as there is no evaluation method yet. At this time it may be the “Erfolgskontrolle” in Germany as a practical model for the Korean restoration management program.

The purpose of this study is to identify the concept and character of the “Erfolgskontrolle” and to demonstrate the implication and potential of application, through the analysis of the implementation example of the revaluation of river revitalization. To achieve the goal was carried out theoretical and

---

\* 본 연구는 환경부의 재원으로 진행된 한국환경산업기술원의 환경정책기반공공기술개발사업 중, 자연보전정책 대응기술 분야의 훼손 유형별 생태복원사업 모델 개발 및 평가 체계 구축 사후관리 기술개발의 세부 과제 “생태복원 사후관리 기술개발 및 실증화(Test-bed)(과제번호: RE201805157)”에 의해 지원받아 수행되었습니다.

**First author** : Lee, Ji-Young, Institute of Agricultural Science, Chungnam National University,  
Tel : +82-42-821-7835, E-mail : l.jiyoung21@gmail.com

**Corresponding author** : Choi, Jae-Yong, Department of Environment & Forest Resources, Chungnam National University, Tel : +82-42-821-7835, E-mail : jaychoi@cnu.ac.kr

**Received** : 12 October, 2018. **Revised** : 27 November, 2018. **Accepted** : 20 November, 2018.

3 exemplary revitalization research cases. And it was endeavored to deliver the German way of acting and the basic idea to Korea. For the restoration, the “precautionary principle” should be considered first, the upper legal regulation should not be violated. In order to apply “Erfolgskontrolle” in practice, the goal formulation should be clear and systematically evaluated. And through the collection of typified cases, the comprehensive and unified theory should be established, it is possible, thus the qualitative assessment of the restoration project.

Key words : *implementation program, river restoration, case study, comparative study*

## I. 서 론

독일의 자연보호는 자연적인 생활기반을 유지하고 지원하기 위한 대책을 포괄하며 학문적인 기술을 적용한 가치 평가를 기반으로 지속가능성의 기본요소인 생태학, 사회학, 경제학적 관점을 고려해 통합적으로 관리되고 있다. 1935년 심미적 경관 유지를 위해 독일제국자연보호법을 제정하였고, 이를 근간으로 1976년 환경정책의 법적 근거가 되며, 자연침해 조정 및 균형보상 규정 등 생태적 보호, 관리, 복원의 내용을 담은 독일연방자연보호법을 제정하였다.

이와 함께 사전예방원칙, 공동부담원칙, 협력원칙, 동등화원칙 및 오염자부담원칙 등 독일 환경정책의 기본 원칙에 따라 자연의 보호, 관리 및 활용이 이루어지고, 필요한 경우에 한하여 자연과 경관에 대한 복원이 이루어져 왔다. 또한, 자연보호대책의 성공여부를 판단하기 위해서 전통적으로 성과감독프로그램을 활용해왔다(Jessel and Tobias, 2002).

특히, 정부와 개인의 자연보호를 목적으로 하는 행위는 보호구역 지정 및 할당, 집약적 활용 프로그램, 비오톱 관리 등 다양한 수단을 실시해 왔다. 1992년 10월 자연보호대책의 효율성 평가 심포지엄을 계기로 자연보호분야에서 성과감독프로그램에 관한 관심과 그 활용에 관한 인식이 확장되었다(Blab et al, 1994). 성과감독(Erfolgskontrolle)은 독일연방 예산규정 7조를

위한 일반 행정지침 2.2번(Allgemeine Verwaltungsvorschriften zur Bundeshaushaltsordnung)에 경제성조사를 위한 체계적인 평가수단으로 정의하고 있으며 원칙적으로 목표달성 감독, 효과 감독, 경제성 감독을 포함하고 있다. 경제학 분야에서 효율성 평가방법론으로 활용됐던 성과감독 프로그램은 자연보호 및 생태 관리 영역에서도 실제적인 계획 수립, 대책 적용 및 평가 과정을 포괄하여 다양한 자연 생태 복원 프로젝트의 사후 관리 기법으로 활용되고 있다.

성과감독프로그램의 다양한 정의가 존재하지만, 독일어권 지역에서 가장 최근 통용되는 정의에 따르면, 자연보호 및 생태학 분야의 성과감독프로그램은 의도한 목표가 계획에 따라 실행된 대책으로 달성되었는지를 판단하고, ‘목표-현재-비교(Soll-Ist)’에 기초하여 구체적으로 측정 가능한 목표를 전제로 목표-실제 달성 결과의 차이를 평가하는 통합적인 과정을 의미한다(Amt für Landwirtschaft und Natur des Kantons Bern, 2011). 이는 인간을 비롯한 그 밖의 다양한 생물이 자연 훼손과 파괴로 야기되는 악영향에서 벗어날 수 있는 가능성을 제시하고, 새로운 서식처를 찾는 기회를 제공하며 자연 스스로가 회복하는 것을 돕는 과정이라고 정의할 수 있다. 그리고 생태적 복원의 장기적인 평가 및 관리 수단으로도 적합하다고 할 수 있다(An et al, 2014).

우리나라의 경우, 2007년에 수립된 ‘생태하천

만들기 10년 계획('06~'15)', 2010년도에 수립된 '제1차 생태하천복원 중기 종합계획('11~'15)', 2015년도에 수립된 '제2차 물환경관리 기본계획('16~'25)', 2016년에 수립된 '생태하천복원사업 중기 종합계획('16~'20)'에 따라 하천생태복원사업을 진행하였다. 전국단위의 현황조사사업이 이루어지고, 생태하천의 구간 비율을 늘리는 목표로 비교적 짧은 기간에 복원사업을 진행하여 2000년까지 생태하천 비율이 68%에 이르렀고, 나머지 32%에 해당하는 하천 역시 2020년을 목표로 생태복원을 진행하고 있다(Ministry of Environment, 2016). 특히, 복원된 생태하천의 사후관리 강화를 위해 지자체의 개별적인 역할을 강조하고 있으나 유지 및 관리의 지속성 문제와 수질 및 수생태계 개선 효과의 한계가 나타나고 있다. 이를 극복하기 위해 사후관리 계획 수립 및 실적 보고를 점검하는 등의 계획은 가지고 있으나 구체적인 평가 요소, 평가 시기, 평가 방법론 등에 관한 구체적인 논의는 부족한 실정이다. 미국 환경보호청(EPA) 수생태 복원 원칙을 재해석해 발간한 우리나라 환경부의 생태하천복원사업 가이드라인에서조차 사후평가를 통해 사업을 보완하고 적응관리 해야 한다는 언급만 있을 뿐 구체적인 사후관리 방법론에 대한 언급은 미비한 실정이다(Ministry of Environment, 2014).

독일의 성과감독프로그램은 재자연화 등의 생태복원사업 결과를 지속적이고 장기적으로 평가하는 것으로 현재 수립된 대책을 적용해서 프로젝트에서 계획한 궁극적인 목표에 도달할 수 있는가를 단계적으로 평가하는 기법이다. 즉, 프로젝트의 시간 단계별 목표 달성을 평가하는 사후관리 기술이다. 정기적인 성과감독프로그램을 통해 사업의 내용이 과업을 벗어나거나, 단기간에 과도한 예산이 소비되거나, 사업이 중단되거나 또는 사업 본래의 목표를 벗어난 경우 등을 확인하여 조치를 취할 수 있다. 복원사업 목표의 명확화, 대책 수립, 실행, 사업기준 달성

후 성과감독이 이루어지고 필요한 경우에는 후속적 조치가 이루어지기도 한다.

생태복원과 사후관리의 긴 역사를 가진 독일에서 90년대 초반부터 활용해 온 성과감독프로그램은 현재 생태복원 사후관리 방안을 모색하고자 하는 한국의 시점에서 롤 모델로써 충분한 활용 가치가 있을 것으로 판단되며 이에 본 연구는 성과감독프로그램의 본질적인 개념과 성격을 파악하고, 성과감독프로그램을 활용한 독일의 근자연적 하천복원의 사후관리 사례들을 분석함으로써 한국의 사후관리 기법연구에 방향성과 시사점을 제시하고자 한다.

## II. 연구범위 및 방법

### 1. 연구범위

본 연구는 지난 30년간 생태복원 사후관리 수단으로 활용되어 온 독일의 성과감독프로그램 개념과 성과감독프로그램 적용 과정에 관한 이론적인 고찰과 성과감독프로그램을 적용한 생태하천복원 사후관리 사례연구로 이루어진다.

### 2. 연구방법

본 연구에서는 생태적 복원의 사후관리 기법의 방향을 제시하기 위해 이론연구와 적용사례 연구를 진행하였다. 이론연구에서는 성과감독프로그램의 이론적인 고찰을 위해 환경정책 분야에서 성과감독프로그램 활용에 관한 논의가 시작된 90년대 초반의 회의 자료집, 지방자치단체의 사례보고서, 활용방안에 대한 지침안 등의 문헌조사를 토대로 환경정책 분야의 사후관리 수단으로 활용되어 온 성과감독프로그램의 개념, 과정, 전제 조건 등을 파악하였다.

과거 생태적 복원이 이루어진 하천의 사후관리기법으로 성과감독프로그램을 적용한 사례를 통해 사후관리기법 활용을 위한 시사점을 도출했다. 사례들은 일부 현지 조사와 해당 지역의 현지 실무자들의 공유 자료를 기반으로 비교분

**Table 1.** The compared system in “Erfolgskontrolle”

	Before-after comparison	Target-actual comparison	With-without comparison
Definition	State Analysis Comparison of States before and after the implementation of measures	Comparison of the defined target state (target formulation) with the measured state	Comparison of an area occupied by a measure with a comparison area without action
Pros	Directly measure the resulting changes	Change can be measured well, if the desired state is sufficiently defined	The “without” area serves as a continuous zero area and is able to identify the non-measure-related changes
Cons	Not all changes must be due measures, but may be caused by natural variations	The target state is often difficult to set and is therefore often not well defined	Comparison routes to show rarely identical boundary conditions

석이 이루어졌다. 관련 사례는 유럽물관리지침<sup>1)</sup>에 따라 진행된 생태적 재활성화를 위한 독일 하천복원 사례 중 하천의 지형적 위치 및 하상 재료 특성에 따라 3가지 하천 사례를 선정하였다. 모래질의 저지대에 위치한 소하천 뮈렌바흐(Mühlenbach), 모래 및 점토질의 저지대에 위치하며 범람원을 포함하는 뭉메(Mumme)하천, 하상입자크기가 다양한 중간 산악지대에 위치한 뒤벨(Dübel)하천을 성과감독프로그램을 활용한 하천복원 사후관리 사례로 선별하여 사례별로 상태분석, 결손분석<sup>2)</sup>, 목표설정, 대책수립, 성과감독을 위한 조사 횟수 및 범위를 비교해 사후관리 기법 적용의 시사점을 도출하고자 하였다.

### III. 연구결과 및 고찰

#### 1. 성과감독프로그램의 개념

- 1) 유럽물관리지침(WRRL)은 유럽연합의 수자원 관련 정책을 통합하기 위한 법적 기본지침으로 지속 가능하고 친환경적인 수자원 사용을 목적으로 하며 수자원의 양호한 상태를 위해 지표수의 건전한 생태적 상태와 지하수의 양호한 질적·양적 상태 유지를 목표로 용수 공급개선, 수자원의 오염방지 등을 고려한다.
- 2) 결손분석 또는 적자분석(Defizitanalyse)은 대책 수립을 위한 근거로 현재 상태분석을 통해 문제점, 위험성 등 약점을 도출해 내는 분석방법이다.

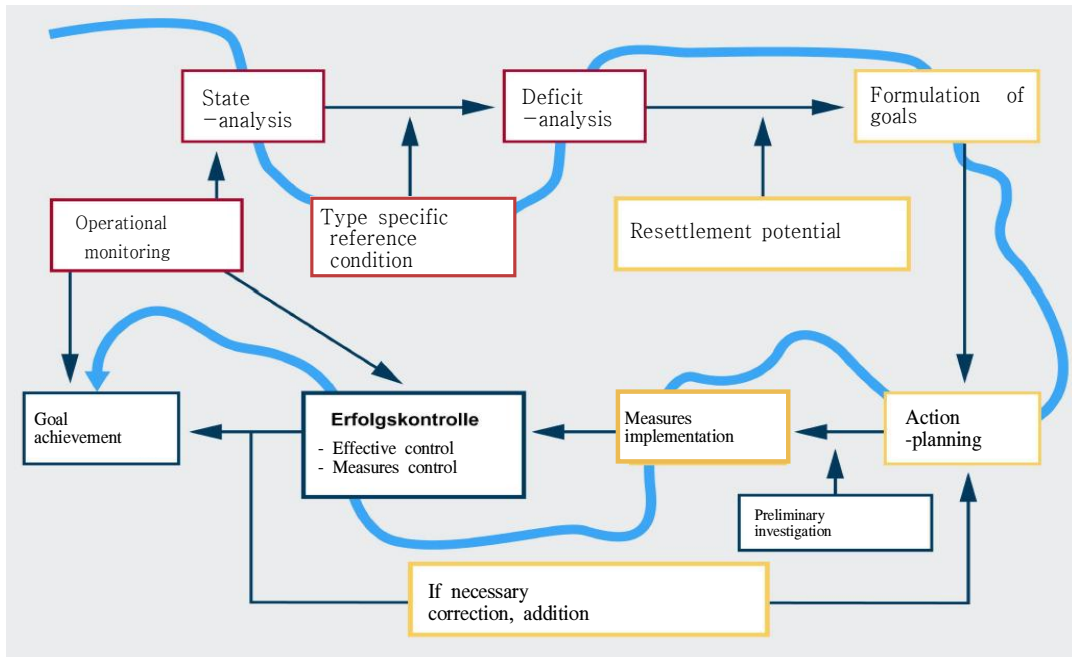
과거 연구보고서를 종합해 보면 성과감독프로그램은 계획안에서 수립된 대책과 밀접하게 연계된 사후관리 기법으로 이해할 수 있다. 복원된 하천 성과감독프로그램의 경우에는 수립 대책이 유도한 무생물 및 생물학적 상태변화와 생물학의 질적 구성요소 및 하천의 형태학적, 화학적, 물리적인 특성에 관한 파급효과를 분석하는 것을 의미한다.

성과감독프로그램을 구동하기 위해서는 계획 수립단계에서 명확한 대책을 수립해야 하며 목표 설정 시 고려한 개별적인 대책의 성공기준에 대한 평가가 이루어져야 한다. 성과감독프로그램은 효율성 평가 또는 대책모니터링과 혼용되어 사용되기도 한다(Blab et al, 1994).

수립대책의 적용으로 나타나는 변화를 평가하는 방법으로는 Table 1에 나타낸 것처럼 전-후 비교법, 목표-실제 비교법, 적용-비적용 비교법의 3가지 접근방식이 있고, 각각의 비교법의 장단점을 파악해 장점을 활용하고, 단점을 보완할 수 있도록 제시한 비교법들을 조합하여 활용하는 것이 의미 있다(DWA, 2009; Jessel and Tobias, 2002).

#### 2. 성과감독프로그램의 과정

성과감독프로그램은 대책수립계획과 밀접한



**Figure 1.** Relationship structure of the analysis and work steps of an efficient revitalization planning

관련이 있다. 대책수립계획이 통합적이고, 현재의 상태분석과 결손분석 결과를 고려해 성공적으로 이행되었다면 성과감독프로그램의 기능적인 역할을 완전히 수행했다고 할 수 있다.

효과적인 성과감독프로그램의 적용을 위해서는 우선 앞서 언급한 현재의 상태 및 결손분석이 이루어진 후, 다양한 생물군집의 서식처를 고려한 목표의 명확한 설정이 이루어져야 하고, 명확하고 세분화된 목표에 따라 대책계획을 수립해야 한다. 수립된 대책을 적용하기 전에 대책 적용 지역에 대한 사전조사가 이루어져야 하며 그 후에 대책을 현장에 적용해야 한다.

대책 적용과 동시에 성과감독프로그램을 통해 적용된 대책에 대한 감시와 효율성 감독을 수행하고, 목표 달성 여부에 따라 대책의 적용 구역을 확장하거나 추가적인 대책 보완이 이루어져야 한다. 해당 과정을 Figure 1로 도식화하였다.

### 3. 생태적 활성화를 위한 하천복원의 성과감독프로그램 적용사례 분석

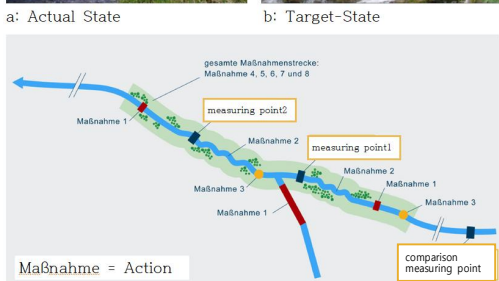
생태 복원하천에 대한 성과감독프로그램을 적용한 사례 비교를 위해 하천의 규모, 지형 및 지질학적으로 상이한 3곳의 하천을 분석하였다. 각각 하천 활성화 복원대책이 진행되기 전의 상태 분석과 개선이 필요한 결손영역을 분석하고, 계획한 복원목표, 구체적인 대책, 대책적용 후의 성과감독프로그램 운용을 위한 조사 횟수 및 조사 범위를 비교, 분석하였다.

하천 폭이 3-4m에 이르는 뮌헨바흐의 재활성화 복원계획의 경우, Figure 2에서 보듯이 1,200m의 하천 길이에 적용되며 중앙의 수심은 유지하되 하천 호안 높이는 10m 이하로 제한하는 것을 전제로 하였다. 뮌헨바흐의 재활성화 복원대책은 생물 다양성 증가를 목표로 하며 합류하는 하천의 수량 조절을 통한 하천 흐름의 지속성 유지, 자갈 등을 이용한 하상 구조개선, 자연 모래 유실방지 시설, 미세유기 침전물 방지 시설, 범람지역을 고려한

제방의 평탄화 및 연안에 단계적인 둔덕 설치, 주변 상황을 고려한 식재, 수순환계법 등에 따른 수자원 유지관리를 위한 불필요한 행정 등의 최소화 등 8가지 대책을 마련하였다.

성과감독프로그램과 관련해서 전-후 비교를 위해 2곳의 측정 조사지와 대책의 적용-비적용 비교를 위해 대책적용이 이루어진 지점의 상류에 비교 조사지를 설정하였다. 각각의 조사지점에서 유럽물관리지침에 따른 주요 3가지 생물학적 질적 요소를 평가하는 저서성대형무척추동물, 어류와 대형 수생식물 등의 변화를 평가하고자 했으며(Schaumberg et al, 2006), 복원대책을 적용하기 전 선행조사가 이루어졌으며 대책을 적용한 후 3년마다 현장 조사가 이루어졌고, 어류서식지의 경우에는 다양한 변수가 존재하므로 2년을 주기로 현장조사가 이루어졌다. 대책적용 후 사후관리를 위한 조사를 9년간 지속해서 진행했으며, 건전한 생태적 환경 조성을 달성하지 못했을 때는 후속적인 개선조치를 마련하거나 초기대책을 적용한 현장의 범위를 확장해서 적용했다.

저지대의 범람원을 끼고 있는 뚝메하천의 경우, 주로 모래 형질의 하안으로 구성되어 있고,

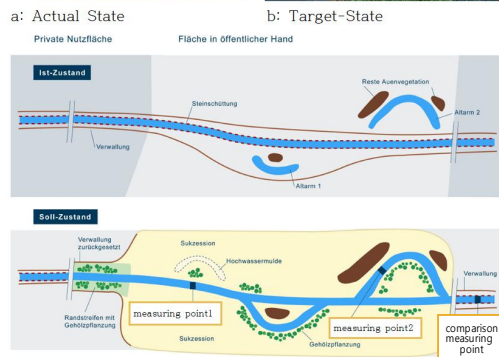


c: Action planning

**Figure 2.** The contents applied to Mühlenbach (Umweltbüro Schwahn, 2010)

주변의 범람원은 농경지로 사용되고 있으며 일부분은 습지식물이 자라고 있고, 공유지에 우각호가 자리하고 있다. 지적된 생물학적 스트레스 요인은 뚝메하의 경우와 마찬가지로 수문학적 지형 쇠퇴와 이에 따른 영향물질의 부정적인 변화이다. 뚝메하천 재자연화의 우선적인 목표는 하천 구조를 자연 상태에 가깝게 재구성하고, 생물종이 다양한 습지 초지를 조성하는 것이다. 해당 면적은 하천의 2,000m 구간에 해당하며 Figure 3에서와 같이 다음의 8가지 개별 대책을 마련하였다. 하천의 인공제방을 제거하고, 중기적으로 활엽수목을 이용한 숲 구조물로 대체하며, 하천 변에 파종을 피하고 지역에 적합한 관목 식재, 토지사용이 가능한 범위에서 제방을 완전히 제거하고, 홍수대책용 옹당이 설치, 습지 활용 방안 강구, 두 개의 우각호 연결, 죽은 나무의 활용, 유지기술의 완화 등이 그것이다.

다양한 대책에 따른 변화를 저서성대형무척추동물, 어류 등 생태 구조와 연관된 질적 평가를 통해 관측하였으며 대형수생식물 또한 지표로 활용하였다. 새로 연결된 우각호의 추가적인



**Figure 3.** The contents applied to Mumme (Umweltbüro Schwahn, 2010)

조사를 위해 측정 조사지를 설정하고, 기존 생물의 정착 가능성을 평가하기 위해 생물학적 구성요소에 대한 사전조사가 이루어졌다. 이상의 성과감독프로그램은 모든 측정지에서 대책을 적용하기 전에 사전조사가 이루어지고, 대책을 적용한 후 3년 뒤에 사후조사를 진행하였으며 3년을 주기로 반복되었다. 모든 조사가 이루어지는 해에는 데이터를 광범위하게 해석하고, 해당 내용에 대한 보고서를 발행하였다. 뮌헨하천의 성과감독프로그램에서와 같이 초기 9년간 사후관리 조사가 이루어지고, 건전한 생태적인 환경을 조성하지 못했을 경우, 후속 개선조치를 수립하거나 초기대책 적용 범위를 확장하였다.

뒤벨(Dübel)하천은 하천 폭이 20-30m에 이르고, 중간 산악지대에 위치하고 있다. 다양한 크기의 자갈이 유사한 구성비로 하상을 구성하고 있으며 하상경사가 급하고 유속이 빨라 폭우가 있을 경우 주거지에 상당한 피해를 야기할 수 있는 위험성을 가진다. 뒤벨하천은 이미 장기간 생태적으로 양호한 상태였고, 수자원관리에 관한 대책을 수립하여 왔다. 하지만 하천의 동식물 구조에 대해서는 ‘보통’ 또는 ‘불만족’의 평가를 받아왔다. 이에 따라 뒤벨하천의 관리 목표는 동식물의 생태적 활성화와 함께 주변 지역의 장기적인 홍수 피해를 예방하는 것이다.

Figure 4에서와 같이 유속의 흐름을 조절하기 위해 두 개의 우각호를 연결하고, 홍수방지를 위한 웅덩이를 추가로 신설하고, 제방의 호안시설 제거, 부분적인 제방사면의 완경사화, 부분적인 하천 흐름 면적 완화, 하천변과 하천침식지에 죽은 수목의 관리, 사면의 파종 대신 강변 관목 식재, 어류 및 저서성대형무척추생물의 보호 대책, 해당 계획구역에 위치하거나 주변의 하수처리장, 하수도 및 배수로의 동시적 관리 등의 대책안을 수립하였다. 아도르프에서부터 베슈타트에 이르는 복원 사업 구간에 적용된 비용 집약적인 개선대책이 파일럿 프로젝트로 진행되었으며 이를 통해 하천의 전반적인 상태를 평가

할 수 있었다. 앞서 언급한 샤움베르그에 따른 3가지 생물학적 질을 평가하는 요소를 고려했고, 대책안에 따라 수역의 명확한 지형학적 변화가 일어나므로 후속조치를 고려한 대책을 수립하였다. 대책적용 후, 3곳의 측정 조사지와 대책 적용 구간의 상류와 하류 지점 2곳에 비교조사지를 설정하였다. 뒤벨하천의 경우에도 마찬가지로 대책을 적용하기 전에 사전조사가 이루어지고, 대책을 적용한 후, 건전한 생태적 상태에 도달할 때까지 3년을 단위로 사후 조사가 이루어졌다.

#### 4. 하천생태복원 성과감독프로그램의 시사점

생태 복원은 인간이 훼손시킨 자연을 치유해 온전한 자연 체계와 기능을 회복하고, 다양한 생물들의 서식공간을 제공하며 미래세대를 위한 건강한 환경을 확보하고자 하는 생태기술이다(Aronson et al, 1994). 따라서 복원대상에 대한 진단평가가 이루어져야 하며 진단평가 후 문제를 인식하고, 이를 초기 자연 모습과 비교하여 훼손 정도에 따라 수준과 방법을 달리해 복원이 이루어져야 한다. 그 진행과정에 대한 모니터링과 측정 및 평가를 통한 성과감독프로세스를 진행해야 하고, 대책의 수정 및 보완 작업

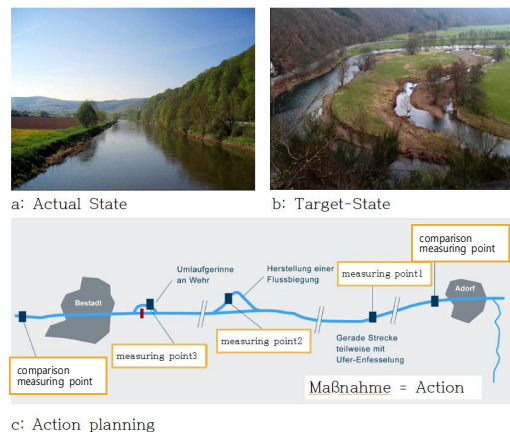


Figure 4. The contents applied to Dübel(Umweltbüro Schwahn, 2010)



을 통해 초기 계획된 목표에 접근해 가야 한다.

우리나라 환경부의 생태하천복원사업 업무추진 지침에는 하천 및 유역에 대한 기초조사, 수생태계 훼손 진단 매뉴얼, 복원계획 수립 시 고려사항, 하천복원사업 추진 시 고려사항, 수생태계 모니터링 항목 및 조사주기에 관해 기술하고 있으나 구체적인 측정조사지 설정기준이나 비교방법론에 대한 구체적인 규정은 없어 보완이 필요하다(Ministry of Environment, 2017).

생태복원 사후관리 기법 연구를 위해 본 연구에서 언급한 독일의 성과감독프로그램에서 다음과 같은 시사점을 도출할 수 있다.

본 연구에서 살펴본 3가지 사례에서 처럼 하천복원 사후관리를 위한 성과감독프로그램을 적용할 경우에는 Figure 5와 같이 최소한 두 곳(A, B)의 측정 조사지를 설정해야 한다. 대책 적용 후, 변화를 직접 평가하기 위해서 측정지(A) 한 곳은 대책이 적용된 하천구간 내에 설정하고, 사전조사 및 사후조사를 진행한다. 또한, 대책이 반영되지 않은 자연적이거나 혹은 인간의 영향에 의한 하천의 변화를 파악하기 위한 비교 측정지(B)는 대책 적용 구간의 상류에 설치하거나 해당 구간 하류에 설정해 파급효과의 변화양상을 비교해야 한다.

3곳의 하천 재활성화 복원사례는 생물다양성

증가, 자연 상태에 가까운 재조성, 동식물의 생태적 활성화 및 홍수 피해 방지를 목표로 하고 있다. 이는 환경과 인간건강에 대한 위험부담을 피하거나 최소화하는 “사전에방적 원칙”을 반영한 것이다. 향후 복원사업과 그에 따른 사후관리를 진행하기 위한 복원목표 수립에 있어 “사전에방적 원칙”을 고려해야 한다. 특히 우리나라처럼 집약적으로 환경자원의 사용이 이루어지는 국가의 경우, 환경 부담 및 위험성에 미리 대처하는 사전예방 원칙을 바탕으로 환경자원의 이용 및 복원이 이루어지고, 복원을 통해 주변 환경이 침해되지 않거나 최소화할 수 있는 복원방식을 따라야 한다.

생물다양성 증가, 동식물의 생태적 활성화 등 사례별 복원 목표처럼 훼손된 지역의 복원을 위해서는 생태 복원 목표를 분명하고 명확하게 수립해야 한다. 명확하고 구체적인 복원 목표가 존재해야만 이를 기준으로 생태 복원 과정 및 목표 달성 정도를 평가하여 후속대책을 마련하는 성과감독프로그램의 운용이 가능하기 때문이다.

또한, 성과감독프로그램의 평가요소 및 방법을 실제 사례에 적용할 경우, 상위법에서 언급한 법적 규정 및 지침에서 벗어나지 않아야 한다. 본 연구에서 살펴본 사례에서도 독일의 하

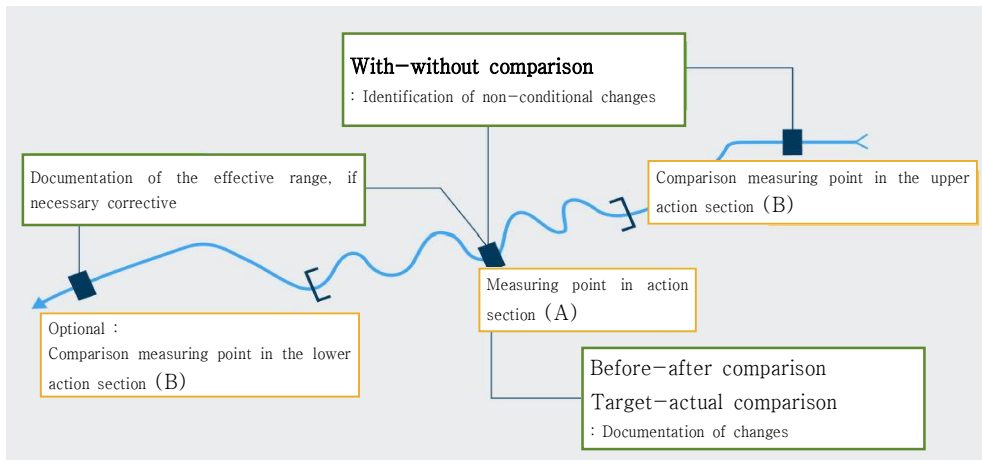


Figure 5. Investigation design of “Erfolgskontrolle”



**Table 2.** Synthesis of case analysis

Evaluation factor for Erfolgskontrolle	Revitalization of Mühlenbach	Revitalization of Mumme	Revitalization of Dübel
Status analysis	- about 3-4m wide - agricultural landscape - average depth ca.0.5m - flow rate high - valley is discontinued	- about 20 m wide lowland river - predominantly sandy sole - the agricultural use - small part of the floodplain vegetation - oxbow in the public sector	- about 20-30 m wide partially straightened low mountain river - more or less uniform mixture of gravel, gravel and smaller stones - considerable damage in the settlement area after heavy rainfall
Deficit analysis	- hydromorphological degradation - continuity - trophic	- hydromorphological degradation - trophic	- preliminary planning for the ecological and water management Renovation for a long time - but, the state of the river's flora and fauna varies between "moderate" and "unsatisfactory",
Goals setting	- the increase of biological diversity	- to initiate natural shore structures - to develop a species-rich and diverse meadow	-ecological vitalization -a permanent flood protection
Action planning	- flow distance of 1,200m to implement the measures - 8 individual measures are provided (in the Text)	- 8 individual measures are provided (in the Text)	-10 individual measures are provided (in the Text)
Comparison method	Before-after comparison/ Target-actual comparison	two measuring points in action section - Measuring point 2 in newly connected Altarme - a measuring points in action section	three measuring points in action section
	With-without comparison	a comparison measuring point in the upper action section	a comparison measuring point in the upper the action area
	Evaluation factor	changes all three biological quality components	- preliminary investigation of all biological components taken to determine any existing settlement potential - this measuring point is considered only in terms of the fish further
Survey frequency	- preliminary investigation before the action - every three years after the action - a turn of two years for Fish fauna - an extensive evaluation - the follow-up examinations are planned for 9 years.	- preliminary investigation of all measuring points before implementation of the measure - the follow-up examination begins three years after the completion of the action.	- preliminary examination before the action - every three years to achieve and stabilize the good ecological state
Survey size	- the quality component macrophytes, phytobenthos - phytobenthos without diatoms - etc.	- the quality component is macrophytes / phytobenthos according to the instruction SCHAUMBURG et al.	- the quality component is macrophytes / phytobenthos according to the instruction SCHAUMBURG et al.

천 재활성화의 성과를 평가하기 위해 유럽물관리지침에 따른 생물학적인 질적 평가요소 3가지를 관측해 평가하고, 국가적 최상위법인 독일연방자연보호법에 준하고자 하였다.

성과감독프로그램을 생태복원 사후평가 및 관리를 위한 수단으로 활용하기 위해서는 최소한 10년 이상의 장기적인 운용이 필수적이다. 성과감독프로그램을 적용한 하천 재활성화 사례에서는 생태복원 속도에 대한 학술적인 이해를 바탕으로 복원사업이 완료되고 난 뒤 3년을 주기로 총 9년간 사후 조사 및 평가가 이루어졌으며 생태적으로 건전한 환경이 조성될 때까지 초기 수립된 개별 대책을 보완한 후속 대책을 통한 관리가 진행되고 있다.

성과감독프로그램은 온전히 환경생태복원을 위한 사후관리수단이 아니므로 경험적인 사례들을 바탕으로 복원대상에 따라 활용할 수 있는 구체적인 모니터링 방법론을 표준화해야 한다. 본 연구에서는 하천생태복원 평가 및 관리를 위해 평가 요소, 측정 위치, 시기, 횟수, 범위 등을 설정해 주기적이고, 장기적인 모니터링을 진행했다. 이처럼 성과감독프로그램 활용을 위해서는 복원 대상별로 다양한 사례분석이 이루어지고 그에 따른 유형별 모니터링 표준화가 이루어져야 할 것이며 최종적으로는 이를 바탕으로 복원 목표달성에 대한 질적 평가가 진행되어야 할 것이다.

## V. 결 론

본 연구는 독일에서 환경계획분야의 사후관리수단으로 30년간 활용해온 성과감독프로그램의 이론적 고찰과 하천생태복원 사후관리기법으로 활용한 사례 비교분석을 통해 ‘성과감독프로그램을 사후관리수단으로 이용하기 적합한가?’에 관한 타당성을 파악하고, 한국의 사후관리기법 마련에 시사점을 제시하고자 하였다.

독일의 경우에는 생태복원을 비롯한 모든 환

경계획 관련 프로젝트를 장기적인 관점을 가지고 진행하기 때문에 성과감독프로그램을 통한 지속적인 사후관리가 가능하지만, 우리나라의 경우 계획, 시행 및 성과 평가가 상대적으로 짧은 기간에 요구되는 경향이 있다. 따라서 10년 이상의 시간을 요구하는 성과감독프로그램의 한국 적용을 위해서는 생태환경의 회복속도에 관한 이해가 필요하며 장기적인 프로그램 운영이 가능한 연구 환경 조성이 수반되어야 할 것이다.

또한, 독일의 생태하천복원 사후관리 사례에서 성과감독프로그램 적용을 위해 측정 조사지의 위치 설정기준을 정하고, 조사 시기와 횟수를 3년 단위로 설정하며, 측정가능한 평가요소를 특정해서 하천생태복원 관리를 위한 방법적인 표준화를 마련하였다. 한국 생태복원 사후관리기법으로 성과감독프로그램을 적용하기 위해서는 생태복원 대상지의 성격에 따라 구체적인 측정 및 평가 기준을 마련해 사후관리에 활용해야 할 것이다.

복원 대상지 및 복원 방법에 따라 생태계의 회복속도와 측정 평가 요소가 다른 만큼 국내의 다양한 복원 사례 현황 분석을 통해 측정 가능한 평가 요소, 평가 시기, 평가 범위 등 타당한 평가 기준 마련을 위한 선행 연구가 이루어져야 할 것으로 판단된다. 나아가 기존의 국내 환경관련법에 근거 조항을 개정하거나 시행규칙 또는 실행 지침을 제정하기 위한 연구도 수행되어야 할 것이다.

## References

- Amt für Landwirtschaft und Natur des Kantons Bern. 2011. Erfolgskontrolle im Naturschutz und ökologischen Ausgleich Rahmenkonzept.
- An JH · Lim CH · Lim YK · Nam KB and Lee CS. 2014. A Review of Restoration Project

- Evaluation and Post Management for Ecological Restoration of the River. *Journal of Restoration Ecology* 4(1): 15-34. (in Korean with English summary)
- Aronson J · Floret C · Le Floc'h E · Ovalle C and Pontanier R. 1993. Restoration and Rehabilitation of Degraded Ecosystems in Arid and Semi Arid Lands. I. A View from the South. *Restoration Ecology* 1: 8-17.
- Blab J · Schröder E and Völkl W. 1994. Effizienzkontrollen im Naturschutz. Bonn : Kildav-Verlag.
- DWA(Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.). 2009. Merkblatt DWA- M 610 - Neue Wege der Gewässerunterhaltung-Pflege und Entwicklung kleiner Fließgewässer.
- Europäische Union. 2000. Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik.
- Freie und Hansestadt Hamburg Finanzbehörde. 2001. Leitfaden für Erfolgskontrollen- Hinweise für die Verwaltung der Freien und Hansestadt Hamburg
- Jessel B and Tobias K. 2002. Ökologisch orientierte Planung. Stuttgart : Ulmer.
- Matthias B. 2008. Furte und Kolke in Fließgewässern: Morphologie, Habitatfunktion und Maßnahmenplanung.- Manuscript für den LANU Jahresbericht 2007/2008.
- Mengiardi J and Coch T. 2006. Rahmenkonzept Teil III : Konzeption der ökologischen Erfolgskontrolle. A Konzept Bericht im Auftrag des Regierungspräsidiums Freiburg.
- Ministry of Environment. 2014. Principles for the Ecological Restoration of Aquatic Resources. (in Korean)
- Ministry of Environment. 2016. Ecological river restoration mid-term comprehensive plan. (in Korean)
- Oberrheinagentur. 1996. Integriertes Rheinprogramm-Rahmenkonzept des Landes Baden-Württemberg zur Umsetzung des Integrierten Rheinprogramms.
- Reinigungspräsidium Freiburg. 2015. Ökologische Erfolgskontrolle Integriertes Rheinprogramm: Rahmenkonzept Teil III.
- Schaumburg J · Schranz C · Stelzer D · Hofmann G · Gutowski A and Foerster J. 2006. Handlungsanweisung für die ökologische Bewertung von Fließgewässern zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie: Makrophyten und Phytobenthos.
- UBA(Umweltbundesamt). 2004. Grundlagen für die Auswahl der kosteneffizientesten Maßnahmenkombinationen zur Aufnahme in das Maßnahmenprogramm nach Artikel 11 der Wasserrahmenrichtlinie.
- Umweltbüro Schwahn. 2010. biologische Erfolgskontrollen durchgeführter Maßnahmen in Fließgewässern.

<http://www.fliessgewaesserbewertung.de/>