

# 독일 내륙수로에 대한 현황과 교훈

## Status and Major Lessons of Inland Waterways in Germany

김종우\* · 한건연\*\* · 윤세의\*\*\* · 김광섭\*\*\*\*

Kim, Jong-Woo · Han, Kun-Yeun · Yoon, Sei-Eui · Kim, Gwang-Seob

---

### 요 지

독일 내륙수로의 길이는 12개강을 중심으로 7,306 km이며, 북해의 하구로부터 라인강 상류 바젤까지 여객과 화물이 운반된다. 또한 라인강과 마인강, 도나우강을 거쳐 동유럽을 관통하여 흑해까지 연결되어 물류의 이동뿐만 아니라 인적 및 문화의 교류가 활발히 이루어지고 있다. 독일 내륙운하법은 연방내륙수로법, 선박기록규정법, 특허규정, 배기가스 규제에 관련된 법규 등으로 구성되어 있다. 특히 물길 잇기를 자연친화적인 방법으로 추진하였으며, 하천환경복원에 많은 투자와 배려를 아끼지 않았다. 라인강 상류지역을 직선하천으로 만들므로 홍수통제를 이루었으며, 하류지역 홍수범람문제의 해결책으로 상류지역에 천변저류지를 건설하였다. 또한 옛 가지천을 활용해서 지하수 수위 저감을 막을 수 있었다. 도나우강은 수로의 수심을 유지하기 위해 자연친화적인 공법을 적용하여 생태하천으로 복원되었다.

**핵심용어** : 내륙수로, 내륙운하법, 직선하천, 천변저류지

---

### 1. 서론

독일의 전체 하천길이는 약 7,306 km이며, 모든 하천이 개발 및 정비되어 생태하천으로 거듭나고 있다. 이중 내륙수로는 75 %를 차지하며, 25 %는 운하로 개발되었다. 독일 내륙운하법은 연방내륙수로법, 선박기록규정법, 특허규정, 배기가스 규제에 관련된 법규 등으로 구성되어 있다. 특히 잘 개발된 내륙수로로는 북해의 하구로부터 라인강 상류 바젤까지 여객과 화물이 운반되며, 라인강과 마인강, 도나우강을 거쳐 동유럽을 관통한 후 흑해까지 연결되어 물류의 이동뿐만 아니라 인적 및 문화의 교류가 활발히 이루어지고 있다. 또한 하천에 확보된 물 자원은 식수, 농업용수, 산업용수, 수력발전용, 관광, 레저 등 다양한 분야에서 사용되고 있으며, 수자원관리 능력이 배양되어 효율적인 물 관리 체계를 시스템화하였다. 특히 물길 잇기를 자연친화적인 방법으로 추진하였으며, 환경복원에 많은 투자와 배려를 아끼지 않았다.

따라서 본 연구에서는 독일 내륙수로 현황과 내륙수로 개발시 발생된 문제점 및 그 해결방법들을 간략하게 살펴보았다.

---

\* 정회원 · 경북대학교 공과대학 건설공학부 BK 21 연구교수·공학박사·E-mail : jw-kim@knu.ac.kr  
\*\* 정회원 · 경북대학교 공과대학 건설공학부 토목학과 교수·공학박사·E-mail : kshanj@knu.ac.kr  
\*\*\* 정회원 · 경기대학교 토목·환경공학부 교수·공학박사·E-mail : syyoona@kyonggi.ac.kr  
\*\*\*\* 정회원 · 경북대학교 공과대학 건설공학부 토목학과 교수·공학박사·E-mail : kimg@knu.ac.kr

## 2. 내륙수로 현황

768-814년 사이 프랑켄의 카알대왕에 의해 1톤가량 짐을 옮길 수 있는 내륙수로가 건설되었으며, 1775년에 베를린 근처 오더-스프레(Oder-Spree) 운하가 건설되기 시작되어 1891년에 완공되었다. 독일 내륙수로중 2,537 km는 순수한 자연 하천 물길 잇기 구간을 말하며, 자연하천을 변화시킨 내륙수로 구간은 3,027 km이다. 그리고 순수하게 운하로 만든 구간은 1,742 km이다. 내륙수로로는 12개의 대형 자연하천(라인강(Rhein), 넥카강(Neckar), 모젤강(Mosel), 루흐강(Ruhr), 마인강(Main), 엠스강(Ems), 웨저강(Weser), 엘베강(Elbe), 살레강(Saale), 오더강(Oder), 도나우강(Donau), 페네강(Peene))들을 중심으로 개발되었으며(그림 1), 또한 독일정부는 북부지방에 위치한 미텔란트(Mittelland) 운하를 엘베강의 측면운하와 연결하였으며, 그리고 마인강과 도나우강과 같이 강과 강사이를 연결하는 운하들을 건설하여 선박이동을 쉽게 하였다. 내륙수로의 길이는 각 하천마다 다른데, 루흐강(Ruhr)은 내륙수로로 하천 길의 18.5%(41 km)만 개발된 반면 라인강은 63.3%가 개발되어 선박운행 길이가 838 km나 되며, 이때 평균유량은 2,330 m<sup>3</sup>/s이다. 엘베강(Elbe), 모젤강(Mosel), 웨저강(Weser) 및 오더강(Oder)은 각각 55.6%(607 km), 72%(392.1 km), 100%(440 km) 및 18.7%(162 km) 내륙수로로 개발되었다(표 1).



그림 1. 독일 전체 내륙수로

라인강의 총 하천 길이는 1,324 km이다. 유역면적은 198,735 km<sup>2</sup>이며, 라인강에는 34개의 내륙터미널이 건설되었다. 라인강의 상류지역 브라이스박에서부터 이페즈하임까지 필요한 내륙수로 수심은 3.0 m, 이페즈하임으로부터 만인즈까지 수심은 2.1 m, 켈른 하류 방향으로부터는 필요한 수심은 약 2.5 m이다. 넥카강(Neckar)은 총 하천길이 367 km중 203 km가 내륙수로로 개발되었으며, 이때 평균유량은 145 m<sup>3</sup>/s, 상·하류간의 표고차는 611 m이다(표 1). 개발된 물길로 다닐 수 있는 선박의 종류는 일반적으로 두 가지로 형태로 나눈다. 첫째, 자력추진선(motor vessel)인 유럽선(europe vessel)이 있으며, 선체의 길이(length)는 80 m, 너비(beam)는 9.5 m, 흘수(draft)는 2.5 m,

용적톤수(tonnage)는 1,350 t이다. 둘째, 동력이 있는 푸셔보트가 바지선을 이끄는 선박형태이며, 이때 한 개의 바지선의 길이는 95 - 105 m, 용적톤수는 1,660 t이다. 두개의 바지선으로 연결될 경우 길이는 172 - 185 m, 너비는 9.5 - 11.4 m이다. 이때 용적톤수는 3,320 t이다.

표 1. 각 하천별 내륙수로 현황과 수로 길이

하천명	총길이(km)	수로길이(km)	유량 (m <sup>3</sup> /s)	상류표고(m)	하류표고(m)	유역면적 (km <sup>2</sup> )
Rhein	1,324	838	2,330	2,344	0	198,735
Neckar	367	203	145	706	95(합류점)	14,000
Mosel	544	392.1	290	715	65(합류점)	28,286
Main	524	388	225	887	82(합류점)	27,292
Ruhr	221.2	41		674	17(합류점)	4,485
Donau	2,888	203	6,700	1,080	0	795,686
Ems	371	238	80	134	0	17,934
Weser	440	440		116.5	0	41,094
Saale	413	124	115	728	49.5	24,100
Elbe	1,091.5	607		1,386	0	97,175
Peene	142.5	96		28	0	5,110
Oder	866	162	574			

### 3. 라인강 및 도나우강의 개발

라인강은 4개의 구간(Hochrhein, Oberrhein, Mittlerrhein, Niederrhein)으로 나누어져 있으며, 200 km이상 되는 9개의 지류가 합류하고 있다. 1926년에는 최대홍수량(= 12,000 m<sup>3</sup>/s)이 발생하였으며, 1947년 여름 600 m<sup>3</sup>/s의 최소유량을 보였다. 칼수루헤 기술대학을 세운 수공학을 전공한 툴라(Tulla)는 1812년에 상습적인 하천범람을 야기시키는 사행과 사주가 발달한 라인강 상류를 직선형 하천으로 정비하도록 제안하였으며, 정비 결과 라인강에서 배가 다닐 수 있는 구간이 늘어났다. 또한 라인강 상류에서 홍수가 통제되었고 그 결과 예전의 범람지역이 농경지와 주거지로 변했으며, 습지였던 범람지역이 사라짐으로써 말라리아를 비롯한 각종 전염병도 줄어들었다. 특히 라인강의 중·하류쪽의 홍수의 위험요소를 줄이기 위해 라인강의 상류지역에 천변저류지를 설치하였으며, 결과적으로 중·하류지역의 홍수유량감소와 주변 습지 확보를 통한 생태 서식처 복원을 이루었다(그림 2).

라인강 상류지역 바젤과 라스타트 사이 하천을 가로지르는 13개의 댐에 발전시설 및 준운을 위한 갑문을 설치하였다. 상류지역 직선주운을 따라 독일 쪽(우안) 저류지에 보를 설치하여 평수위를 유지시켜 주변 지하수수위의 저감을 막을 수 있었다. 그리고 짧아진 하천구간과 하천경사의 증가 때문에 발생한 하상 침식을 막기 위해 상류지역(Oberrhein)의 하류인 감스하임(Gambsheim)과 이페즈하임(Iffezheim)에 하천을 가로지르는 댐을 건설하여 친환경적인 에너지를 생산하는 수력발전용으로 사용할 뿐만 아니라 하상의 침식을 막고자 하였다. 특히 라인강의 유해물질오염을 줄이기 위해서 1960년대부터 라인강 주변 나라들의 협력을 통해 오염 방지 시스템을 구축하여 유해물

질을 엄격히 규제하였으며, 그 결과 현재는 63종의 물고기 서식 생태 환경이 구현되었다.



그림 2. 라인강의 천변저류지(저류용량 930만 m³)

도나우강은 최대 2,888 km이며, 항해가 가능한 거리는 2,411 km(독일 지역 켈하임에서 하구지역 술리아까지)이다. 도나우강은 상류구간(621 km), 중류구간(860 km), 하류구간(930 km)으로 구성되었으며, 주운을 위한 최대유량은 5,270 m<sup>3</sup>/s이며, 최소유량은 900 m<sup>3</sup>/s이다. 도나우강에 셋강인 이사강이 접하는 곳에 친환경적인 하천 물길 잇기를 개발하였으며, 이런 친환경적인 하천개발로 습지대 생성과 생태계 서식지복원을 시도하였다(그림 3). 오스트리아의 빈(Wien)과 슬로바키아와의 국경지역 사이(도나우 강 1872.7 km와 1921 km 사이)에서 하상 침식을 방지하기 위하여 쇄석을 하천에 직접 투여하여 하상을 안정화시켰다. 특히 저수위에 영향을 주는 하천구조물 조절(수제)하거나 강물을 조절하기 위해 설치한 횡제방 제거를 통해 지류에서 주수로로 들어오는 유량을 연결시켜줌으로 주운의 평수위를 안전하게 유지할 수 있도록 하였다(그림 4). 또한 하천단면을 넓히고 식생에 의해 증가되는 조도를 저하시켰다.



그림 3. 이사강이 접한 도나우강의 생태복원

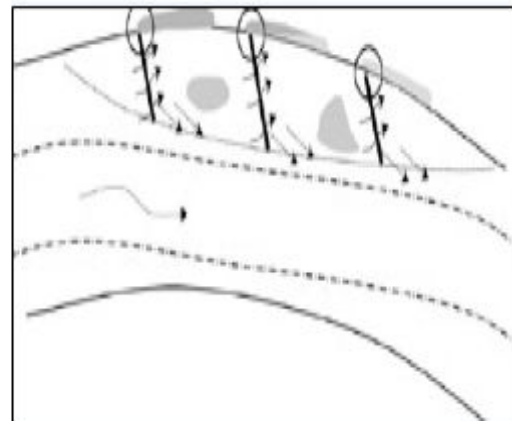


그림 4. 수제설치를 통한 흐름제어

#### 4. 결론

독일은 하천 7,306 km를 내륙수운으로 개발하였으며, 아울러 자연친화적인 생태하천을 복원하고

자 많은 투자와 배려를 아끼지 않고 있다. 개발된 내륙수운은 물류난 해결뿐만 아니라 다양한 분야에서 새로운 성장 모티브로 사용되고 있으며, 특히 효율적인 수자원이용 관리 및 환경 친화적인 에너지 개발에 사용하고 있음을 알 수 있다.

본 연구에서 살펴본 바와 같이 툴라(Tulla)는 라인강 상류지역 홍수범람문제를 직강화시키므로 해결하였다. 또한 독일 정부는 주변나라와 협력하여 라인강 중·하류지역의 홍수범람을 막기 위해 천변저류지를 건설하였다. 옛 가지천을 통해 하천의 평수위를 유지하였다. 그리고 자연환경친화적인 에너지를 얻기 위해 각 갑문과 함께 저수압 수력발전소를 건설하여 내륙수로에 흐르는 물을 다목적으로 사용할 수 있게 되었다. 특히 도나우강의 셋강인 이사강이 접하는 곳에 친환경적인 하천 물길 잇기를 개발하였으며, 이런 친환경적인 하천개발로 습지대 생성과 생태계 서식지복원을 시도하였다. 하천의 원래 물길을 훼손하지 않고 수공구조물로 하천 수위를 상승시키고자 하였으며, 하상침식을 막기 위해 자연석을 이용하였다. 또한 레저문화의 정착으로 여가생활을 즐길 수 있게 되었다. 그러므로 라인강과 도나우강 하천정비 및 주운수로의 경험으로부터 우리가 배울점이 많다고 판단된다.

## 감 사 의 글

본 연구는 2008년도 두뇌한국21(BK21)사업에 의하여 지원되었습니다.

## 참 고 문 헌

1. Friesecke, A. (2004). Bundeswasserstrassengesetz, Carl Heymanns Verlag KG, Koeln, Berlin und Muenchen.
2. Clemens v. L.-C. (1996). Zur Entwicklung der Rheinschiffahrt vom Mittelalter bis ins 19. Jahrhundert. Duesseldorf und seine Haefen aus Anlass des 100jaehrigen Hafenjubilaeums.
3. Deutche Binnenschiffahrt, [www.binnenschiff.de](http://www.binnenschiff.de)
4. Gilnreiner, G. (1986). Strukturierung von Stauraeumen, in: Landschaftswasserbau, Mitteilungsreihe des Instituts fuer Wasserguete und Landschaftswasserbau der TU Wien, H. 7.
5. N. N. (1992). Wasserstrassenausbau, Projekt 17, Informationsschrift des Bundesministeriums fuer Binnenschiffahrt (ZfB).
6. Obdrlik, P. (1995). Binnenschiffahrt und Oekologie, In: Wasserwirtschaft - Wassertechnik, Heft 7.
7. Ringhand, H. (1992). Die Binnenschiffahrt. Fließende Straßen, lebendige Ströme, BeRing Verlag.
8. RP - REGIERUNGSPRAESIDIUM FREIBURG (2003). Raumordnerische Beurteilung Rueckhalteraum Weil-Breisach- Tieferlegung von Vorlandflaechen, Freiburg.
9. Tulla, J. G. (1825). Ueber die Rectification des Rheins von seinem Austritt aus der Schweiz bis zu seinem Eintritt in das Grossherzogthum Hessen, Karlsruhe.
10. WWF (2002). Schiffahrt auf Europas Lebensader, der Donau.