

기술·사회적 특성을 고려한 워터프론트 도시의 리질리언트 공간계획

A Planning Direction of Resilient Waterfront City considering Technological and Social Meaning

이금진^{a,1}, 최진희^{b,*}

Kum-Jin Lee^{a,1}, Jin-Hee Choi^{b,*}

^a Division of Architecture & Urban Design, Incheon National University, 22012 Academy-ro 119, Yeonsu, Incheon, Republic of Korea

^b Dept. of Architecture, Kyonggi University, 443760 San 94-6, Lui-dong Yeongtong, Suwon, Gyeonggi, Republic of Korea

ABSTRACT

Purpose: This study aims to suggest new strategy of planning water management and land use in response to abnormal weather which allow waterfront to be the cities through the experience of Netherlands resilient project.

Method: A planning direction is developed based on Dutch national resilient policy and strategy as well as resilient theory of technical and social aspects, focusing on a new waterfront development that responds to abnormal weather.

Results: The water control strategy, for flexibly responding to the sea level rise and flooding caused by the climate change through the experience of Dutch resilience, is as follows: 1)Customized prevention plan according to the local property 2)Creating spatial planning by considering disaster risk level and fragility 3)Establishing urban planning by considering the flood risk level.

Conclusion: A new urban development method, particularly a resilience strategy based on the waterfront space where is most vulnerable to climate change, is required to cope with the abnormal climate beyond the conventional planning.

KEYWORDS

Resilience,
Technical,
Social,
Natural Disaster,
Land Use,
Water Management,
Water Plan

연구목적: 본 연구는 급속히 진행되는 온난화로 인해 발생하는 예측 불가한 기상이변에 대한 사전 대응방안뿐 아니라 재난재해 위기 시 및 복구 중에도 도시의 기능을 유지하도록 하는 사후 회복과 안정성 방안을 제안하고자 한다.

연구방법: 기술적 관점과 사회적 관점에서 리질리언스 이론을 살펴보고 네덜란드의 리질리언트 정책과 전략을 통해 워터프론트 공간의 리질리언트 계획방안을 모색한다.

연구결과: 기후변화로 인한 해수면 상승과 홍수에 유연하게 대응하기 위한 지역 특성에 따른 예방계획 및 재해 후 도시기능 유지방안과 재해재난 위험을 고려한 공간계획 수립 및 홍수위험수준을 고려한 계획방안은 워터프론트 이용을 위한 토지이용과 사회적 성장 동반, 지역특성을 고려한 재난재해 취약성을 고려한 계획, 재난재해위험을 고려한 물관리 계획 등이다.

결론: 도시공간을 창출함에 있어 기존의 공간계획방식을 넘어 이상기후에 대응한 새로운 도시개발방식이 필요하며, 특히 기후변화에 가장 취약한 워터프론트의 공간적 특성에 따른 리질리언스 전략이 요구된다.

리질리언스,
사회적,
기술적,
재난재해,
토지이용,
물관리,
워터플랜

© 2018 Society of Disaster Information All rights reserved

* Corresponding author. Tel. 82-31-249-9716. Fax. 82-31-244-6300. Email. jeanheechoi@gmail.com

1 First author. Tel. 82-32-835-8471 Email. kjinlee@inu.ac.kr

ARTICLE HISTORY

Received Sep. 3, 2018

Revised Sep. 4, 2018

Accepted Sep. 17, 2018

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

최근 세계적으로 도시, 환경, 인프라, 에너지, 물, 생태계, 보건 등 이상기후에 의한 지구환경 문제들이 심각해지면서 기후 변화에 대응한 노력이 계속되고 있다. 도시의 지속가능 개념이 재난·재해로 확대되면서 기존의 탄소제로, 제로에너지빌딩, 녹색성장, 친환경 등의 지속가능성은 기후변화, 재난재해, 에너지, 생태계, 건강, 안전, 구호 식품, 수자원, 거주환경 등 보다 폭넓은 리질리언트 개념으로 성장하고 있다. 이상기후에 대응하기 위해 뉴욕, 방콕, 멜버른, 뉴올리언스 등 세계 100대 도시 협약을 구축하여 도시위협요소 즉, 기후변화, 해안과 조류, 경제적 불평등, 환경파괴, 위험물사고, 허리케인, 교육시스템 부족, 대중교통 시스템 부족, 저가주택 부족, 인프라의 장애, 사회적 응집력의 부족, 빈곤, 질병, 폭동과 시민안전 불안, 에너지 불안, 강우와 홍수, 해수면 상승과 연안침식 등의 요소들을 해결하기 위한 방안을 공동으로 모색하고, 물 관리 시스템, 사회기반시설 및 녹색 성장을 통해 홍수와 가뭄으로 인한 재해를 예방할 수 있는 리질리언트 정책이 제안되고 있으며 재난재해 피해 완화를 위한 안전관리 규정과 민관협력을 통해 이행되고 있다. 사회적 관점에서 출발하기 시작한 리질리언스 개념이 심리학 과 경영과학, 생태학, 재난재해, 위기관리 등 보다 광범위하게 적용되고 있는 것이다. 그러나 국내에서는 사회기반시설과 친환경 녹색성장을 통해 지구온난화에 대비하기 위한 지속가능성과 사후관리로서 방재기술분야에 한정된 위기관리 정책에 머물고 있는 실정이다. 위기에 대한 긍정적인 변화를 만들고 일시적인 재난재해 상황에 도시기능을 마비시키지 않고 유지하기 위한 리질리언트 개념보다는 여전히 지속가능성과 방재에 초점이 맞추어져 있다.

따라서 본 연구에서는 급속히 진행되는 온난화로 인해 발생하는 예측 불가한 기상이변에 대한 사전 대응방안뿐 아니라 재난재해 위기 시 및 복구 중에도 도시의 기능을 그대로 유지하도록 하는 회복성과 안정성 방안을 제안하고자 한다. 도시공간을 창출함에 있어 기존의 공간계획방식을 넘어 이상기후에 대응한 새로운 도시개발방식이 필요하다라는 점에 착안하여 기술적 부문과 사회적 부문을 통합한 리질리언트 계획방향을 모색하도록 한다. 특히 기후변화에 가장 취약한 워터프론트의 기술적 사회적 특성에 따른 토지이용과 물관리 측면에서의 리질리언스 전략을 제안하도록 한다.

1.2. 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 기술적 관점과 사회적 관점에서 리질리언스 이론을 살펴보고 네덜란드의 리질리언트 프로그램과 도시적용 사례를 통해 워터프론트 리질리언트 계획방안을 모색하고 시사점을 제안한다. 네덜란드에서 리질리언트 시스템이 필요했던 원인을 파악하고 홍수관리 프로그램과 델타프로그램, 국가위터플랜에 이르는 재난재해 대응 전략을 분석하도록 한다. 네덜란드의 리질리언트 정책은 공간계획에 초점을 맞추어 재난재해 위험에 대처하는 다차원 접근법을 개발하는 것으로, 급수, 제방 및 배수가 포함된 부문별 수자원 관리, 사회적 예측 및 통합 공간정책에 의한 디자인, 보존, 재난재해에 취약한 워터프론트를 생활공간을 위한 도시로 조성하였다는 점에서 적응성을 찾을 수 있다. 기후변화로 인한 해수면 상승과 홍수에 유연하게 대응하기 위한 네덜란드의 리질리언스를 통해 지역 특성에 따른 예방계획 및 재해 후 도시기능 유지방안과 재해재난 위험을 고려한 공간계획 수립 및 홍수위험수준을 고려한 도시계획방안을 모색하도록 한다.

2. 리질리언스 이론

2.1 리질리언스 개념

리질리언스는 자연재해 관리, 생태학, 심리학, 사회학, 지리학, 정신의학, 공중보건 등 다양한 분야에 적용되고 있다. 사람, 물건, 서비스 등 물리적 현황과 연계된 국가와 지역 간 모든 시스템에 확장된다. 지속가능성이 친환경 녹색성장과 탄소제로를 추구하는 방식으로 지구온난화를 예방하는 것에 주력했다면, 리질리언스는 급속히 진행되는 온난화로 인해 발생하는 예측 불가한 기상이변에 대한 사전대응방안뿐 아니라 재난재해 위기 시 및 복구 중에도 도시의 기능을 그대로 유지하도록 하는 사후 회복과 안정성 방안을 추구하고자 하는 것이다. 따라서 리질리언스는 위험에 대한 대응시스템 또는 서브시스템의 위기에 유연하게 대처하는 유연성 지표, 이상기후에 영향을 받은 후 복원 및 복구하는 시간을 단축하고 정상적인 기능으로 복구할

수 있는 회복성 지표, 위기에 저항하고 도시를 안정적으로 유지하고 지속하기 위한 기능적 지속성 지표 등을 추구한다. 도시와 건축에 적용할 수 있는 리질리언스 개념은 크게 재난재해에 대응한 기술적 관점과 사회적 관점으로 구분할 수 있다.

2.2 기술·사회적 관점에서의 리질리언스

2.2.1. 기술적 관점에서의 리질리언스

기술적 관점에서의 리질리언스는 재난재해에 대응하는 지속가능한 개발을 포함한 패러다임으로, 사회 전체의 광범위한 영역으로 확장된다. 이상기후에 의한 재난재해 완 기술과 예측 불가한 기후변화에 따른 위기관리 체계의 포괄적 개념으로 적용된다. 생명과 재산을 보호하는 효과적인 시스템을 구축하여 증가하는 자연재해에 대한 취약성 문제를 해결하고 동시에 잠재적인 재해의 영향을 제거하고 저항하는 시스템의 능력 및 영향을 받고 회복하는 의미를 담는다.

재난 및 위기관리 분야에서는 도시회복성 개념이 도시의 위협관리를 종합적으로 지원하는지의 여부를 판단한다. 재난재해에 대한 예측과 대비 및 회복능력을 포함한 혁신적인 창의성과 지역사회를 위한 재난재해의 완화 및 복구능력을 포괄하여 반영한다. 안전공학 분야에서는 현재 상황에서의 재해재난에 의한 악화된 상황을 방지하고 발생 후 복구하는 관리능력을 의미한다. 위협의 원인을 해결하기 위해 시스템에 기반한 안전관리에 적극적인 사전 조치의 필요성을 강조하고 있으며, 재해로부터 회복할 수 있는 최적화 된 상태를 유지하고 충격을 흡수할 수 있는 조직의 기능을 설명한다. 시스템의 구조와 기능이 지속적인 시간동안 변화한다는 것을 전제로 하며 일시적인 장애 후 평형 상태로 회복되는 시스템의 능력이다(Comfort, Louise K., Designing Resilience, University of Pittsburgh Press, 2013)

이를 위해 토지개발, 건축기준 강화, 천연자원 보호 등 도시 및 지역계획에서 가장 효과적인 방법을 구축하여 위험요소 완화와 회복력 있는 지역사회의 창조를 기반으로 생명과 재산을 보호하는 효과적인 긴급관리 체계를 형성하는 것이 필요하다. 토지이용의 변화, 개발패턴의 변화, 궁극적으로 물리적·사회적 취약성의 변화요인을 파악해야 할 필요가 있으며, 토지이용의 급속한 변화와 재개발 경제의 변화에 따른 토지이용 전략 및 실행시스템을 구축하는 것 역시 필요하며, 또한 지역사회 인구구성의 지속적인 변화에도 대응해야 한다. 식수정화, 공기정화, 폐기물 관리, 우수관리, 물관리, 홍수 가뭄 대응 등 환경적으로 민감한 지역보호 및 구조적 보호뿐 아니라 커뮤니티, 자전거, 보도 또는 대중교통을 이용할 수 있는 기회를 확대해 지속가능성을 증가시키는 계획 또한 포함된다. 전력, 통신, 수도, 가스, 하수관거의 계획 등 주요 기능을 제공하는 기술시스템의 상호 의존성과 이에 대처하기 위한 사회 기술 시스템을 포함하며 저탄소 친환경 설비시스템, 전력에너지 소비 저감, 물소비 저감, 지붕층 녹지화, 친환경 건축자재 및 마감재 등 건축시스템의 회복능력을 식별하고 일상적인 운영과 설계, 구축 등 조직적인 시스템에 필수적인 측정을 위한 엄격한 접근방식을 제공한다.

2.2.2. 사회적 관점에서의 리질리언스

사회적 관점에서의 리질리언스는 커뮤니티 또는 그 구성 요소의 회복능력과 사회적 위험요소와 방해요소들에 대응하고 회복하는 기관과 도시 등의 사회적 시스템 역량을 의미한다. 현대 사회는 기존의 위험요소와 더불어 새로운 위험에 대해 취약성이 확대되고 있으므로 재난재해에 대응한 기술적 리질리언스와 함께 사회적 리질리언스의 개념을 도입하여 시민, 기업, 비영리 단체, 지역사회가 모두 참여하는 상향식방식으로써 사회적 기능 유지와 회복을 추구한다. 위기 상황에 대처하기 위해 연구와 실험 등을 동반하며, 재난재해의 예방 및 대응하는 지역 사회의 기능을 증대시키는 것이다(Grover Himans, Planning for Community Resilience, Island Press, 2014).

사회기술분야에서는 사회기술 시스템의 융합패턴으로 작동할 수 있는 기능의 능력을 의미한다. 정보기술과 첨단 통신 네트워크를 통해 정보를 즉시 전달하고 빠른 회복력을 추구하여 사회적 적응을 가능하게 하는 조직의 기능과 형태를 변화시킨다. 정보를 관리하는 것은 조직의 시간과 관심분야에 대한 투자 및 복잡한 작업의 집단적 노력을 지원함으로써 회복력을 구축하기 위한 중요한 요소로 작용하며 협업을 촉진하는 성과로 발현된다. 심리학분야에서는 잠재적 능력과 회복력에 관한 범위를 확인하기 위해 시작되었으며, 조직경영분야에서는 심리학을 기반으로 조직의 회복력과 적응성의 특정 형태로 조직의 탄력성 개념을 적용하여 환경변화에 빠르게 적응하기 위한 의사결정 및 정책전략의 유연성과 적응성을 강조한다.

3. 리질리언트 도시조성 사례연구 : 네덜란드 리질리언트 도시계획

3.1. 네덜란드 리질리언트 시스템의 필요성

네덜란드는 해수면 상승 및 폭풍우로 인해 사회·경제적으로 지속적인 피해가 속출하면서 이에 적응하기 위한 법제도를 구축하여 물과 공존하는 도시형태의 패러다임을 형성하고자 리질리언트 개념의 도입을 추진하기 시작하였다. 국토의 약 1/4 이상이 저지대로 형성된 네덜란드는 1900년대 들어서 북해범람과 해수면 상승 및 폭풍우로 인해 사회·경제적으로 지속적인 피해가 속출하면서 이에 적응하기 위한 법제도를 구축하여 물과 공존하는 도시형태의 패러다임을 형성하였다. 네덜란드 물관리 근대화에 관한 범위의 산정을 도모하고 범람, 침수, 물 부족을 해결하고, 물순환의 화학적, 생태학적 상황을 보호·개선 등을 추구하였으며, 또한 해수면 상승, 지반침하, 가뭄 및 홍수와 관련된 위험으로부터 네덜란드를 보호하기 위해 충분한 담수공급 계획, 높은 수역에서의 저지대 보호 등 재난 예방과 새로운 접근법에 중점을 두고 물 안전 지표 구축과 농업, 산업 및 자연을 위한 담수 사용 가능성을 확대시킴으로써 기후에 강하고 물에 안전한 여유 공간을 계획하였다.

이는 각 유역에 맞는 통합적 관리체계 수립과 물 관리 법의 통합 및 체계화 등 모든 수자원 보호를 위한 제도적인 틀을 수립하고 하천유역계획(River Basin Management Plan, RBMP) 책정을 통해 물 관리체계를 강화하고 있는 EU의 치수대책과 맥을 같이 하는 것이다(EU 물 기본지침 Water Framework Directive, 2000), 홍수 리스크의 평가와 관리에 관한 유럽 의회·이사회의 지침(2007/60/EC), 기후변화 적응을 위한 백서(White Paper Adapting to climate Change: Towards a European Framework for Action). 리질리언스 요소로는 기후 변화, 해안과 조류, 경제적 불평등, 환경과, 위험물사고, 허리케인, 부족한 교육시스템, 부족한 대중교통 시스템, 인프라의 장애, 사회적 응집력의 부족, 빈곤, 폭동과 불안한 시민안전, 강우와 홍수, 해수면 상승과 연안침식 등이 나타나며, 재난재해 상황을 완화하기 위한 포괄적 재난관리시스템으로 기술적 부문과 토지이용과 사회적 부문을 동시에 계획하고 있다.

3.2. 네덜란드의 리질리언트 전략

네덜란드 리질리언스는 재난재해 대응을 위한 물관리 계획이 핵심이다. 로테르담에서 네이메헨으로 이어지는 발강을 중심으로 기존 제방 및 댐의 한계를 인지하여 물을 여러 구획으로 나누어 분배시킬 수 있는 보조댐을 설치하고자 한 델타 프로젝트를 통해 본격적으로 시작되었다. 유럽 전 지역과 북해로 이어지는 도시의 인프라가 형성되고 있어 물 관리 계획이 중요하게 고려되었던 네덜란드의 델타지역은 재난 및 재해가 발생할 경우 주변 국가 및 도시로 확대되어 연속적 위험을 초래할 수 있으므로 네덜란드의 물 관리는 유럽 전 지역의 재난재해위험과 직결된다(EU Water Framework Directive, European Parliament·Council Guidelines on the Assessment and Management of the Flood Risk, White Paper Adapting to climate change: Towards a European framework for action, 2000). 델타지역과 북해 연안과 맞닿은 도시들의 물 관리 계획은 중요했으며, 홍수피해가 발생하기 시작한 9세기경부터 생존을 위해 지속적으로 물과 연관되어 토지를 이용하고 제어하는 방식을 구축하고자 했다. 댐 건설 및 담수호 조성 등 물 관리 정책 및 간척과 수자원 관리사업을 통한 습지 개간작업 및 해안 제방을 건설하는 등 자연재해에 대응하는 물 관리사업을 지속하고 있다.

네덜란드는 1950년대 북해범람에 의해 재해의 빈도와 강도가 증가하고, 예측할 수 없는 규모의 재해로 인해 1953년 북해가 범람하여 대대적인 피해를 입게 되면서 물의 양을 조절하고 담수공급을 확보하는 방안이 필요하였고, 댐 건설을 통해 안전성을 극대화하고 물관리와 공간계획의 상호적응을 통하여 재해 시 급속한 복원이 가능한 시스템을 구축하고자 하였다. 이를 위해 물관리 근대화에 관한 범위의 산정을 도모하고 범람, 침수, 물 부족을 해결하고, 물순환의 화학적, 생태학적 상황을 보호·개선 등을 추구하였으며, 해수면 상승, 지반침하, 가뭄 및 홍수와 관련된 위험으로부터 보호하기 위해 충분한 담수공급 계획, 높은 수역에서의 저지대 보호 등 재난 예방과 새로운 접근법에 중점을 두고 물 안전 지표 구축과 농업, 산업 및 자연을 위한 담수 사용 가능성을 확대시킴으로써 기후에 강하고 물에 안전한 여유 공간을 계획하였다.

강변을 홍수로부터 보호하기 위해 제방의 높이와 크기를 확대시키는 댐 건설방식에 한계가 있었으므로 연안에서의 홍수대책과 더불어 내륙의 강을 제어하고자 물 관리에 대한 새로운 방식이 요구되었으며, 리질리언트 방식은 이러한 문제점을 해결하기 위한 적합한 방식이 되었다. 기존의 높게 건설된 댐 방식은 물의 흐름이 정체되고 해수의 유통이 차단되어 강의 수질 악화되고 급속한 산업화로 인해 심각한 환경오염을 발생시키는 원인이 되었으며, 폭풍, 폭우, 홍수 등 자연재해로 인해 제방 시설이 도심 쪽으로 무너져 피해를 입는 사례가 여러 차례 발생하게 되어 도시개발 및 간척사업으로 인해 강물이 드나드는

공간이 감소하고 물을 수용하여 보유할 수 있는 용량 및 활용성에 대한 한계를 갖게 된 것이다. 또한 연안 인근에만 방재시설이 집중되어 기존의 댐 건설 방식으로는 내륙에서의 우수로 인한 재해발생을 해결하기에는 역부족이었으므로, 계속되는 해수면 상승에 대처하기 위한 방안으로 기존의 방재시설 높이산정법 이외의 새로운 해결방식이 필요하게 되었다(The Netherlands' Water Policy & Program Implementation: Issues & Challenges, George Peters, Royal Haskoning DHV).

3.3. 네덜란드의 리질리언트 프로그램

3.3.1. 홍수관리 프로그램

네덜란드는 주요 하천의 배출 용량을 증가시키고 물의 저류공간을 확보하는데 초점을 둔 홍수관리 프로그램(Room for the River) 을 시행하여 ①안전 우선, ②자연 및 기타 생태적 과정으로 개발, ③통합적 다기능 구현, ④사회·경제적으로 부가 가치 제공, ⑤효과적인 비용 산출, ⑥유연한 대응, ⑦점진적인 이행, ⑧기후변화에 대한 대응계획 및 개발 등의 전략을 통해 지속가능한 재해대응 계획을 세웠다(Ingwer de Boer, programme director Room for the River Programme, Mekong River Commission, www.ruimtevoorderiveier.nl). 제방을 계속 높이고 보강하는 기존의 방법에서 벗어나 홍수를 도시 내부로 수용할 수 있도록 하천 공간 확장에 의한 새로운 공간조성과 토지이용방안을 마련하기 위한 정책으로 전환한 것이다(장석원, 유럽 선진국의 치수정책 최신 동향, 물 정책·경제저널, 2013).



Fig. 1. Adaptation on Flooding by Strategy of Room for the River(Source: www.roomfortheriver.nl)

3.3.2. 델타 프로그램

홍수관리 프로그램은 네덜란드 물관리를 위한 델타프로젝트로 발전되었다. 델타위원회는 보다 장기적인 기후변화 대응 측면에서 계획, 개발, 환경, 사회·경제적 문제점을 보완한 국가델타프로그램(National Delta Program)을 개발하고, 환경문제를 해결하기 위해 홍수위험관리 프로그램과 연계하여 연안 및 내륙의 모든 지역에서의 홍수 대응이 가능하도록 생태환경 및 범람원 개선을 꾀하였다(Working together with water, Findings of the Deltacommissie 2008, Delta Committee, www.deltacommissie.com). 내륙 하천에 여유공간을 확보하여 하천수위를 저감시킬 수 있는 수자원 정책으로서 홍수, 안전, 담수량, 습지 및 저류지 제어, 미래 도시개발에 대한 방향 등 물에 대한 전반적인 관리계획방안을 제시하였다(The Netherlands' Water Policy & Program Implementation: Issues & Challenges, George Peters, Royal HaskoningDHV).

3.3.3. 국가워터플랜

국가워터플랜은 2009년 네덜란드의 물관리 정책에 관한 공식계획으로 채택된 국가정책으로서, 홍수범람 방지, 깨끗한 물공급과 물이용 등 water safety, water quality, water quantity를 목적으로 한 지속가능한 물관리 전략 내용을 담고 있으며, 궁극적으로 물관리에 의한 수변도시공간의 적극적 개발기회제공에 의한 도시경제활성화를 목표로 한다. ①위험평가 및 자산관리, ②강과 해안선을 따라 형성된 'Safe Dike', ③Room for the River, ④유럽 지침 등을 기반으로 하고 있으며, 홍수위험 지도 제작, 범람 위험도 측정 등의 세부사항을 포함하고 있는 국가워터플랜(National Water Plan, 2009-2015)

의 정책 권고 사항을 기반으로 진행되고 있다. The Fourth National Policy Document on Water Management, 1988, Water Act, 2009 및 EU의 Water Framework Directive의 일부로서 작성된 하천유역관리계획을 포함한다. 국가워터플랜의 핵심정책은 해안의 안전과 보호, 해수면 상승에 대한 기존의 육상 시설의 확장 유지, 도시의 하수도과 배수관을 분리하여 수질개선, 도시 구류유역을 확장하여 저장 용량을 확장하는 것이다. (Ministry of Infrastructure and the Environment, Ministry of Economic Affairs, Draft National Water Plan 2016-2021, Government of the Netherlands, 2014).



Fig. 2. Rotterdam Climate Proof Water Opportunities(source: Arnoud Molenaar, Rotterdam Climate Poof Connecting Water with Opportunities, World Water Week in Stockholm, 2011)

3.4. 네덜란드 리질리언트 프로그램의 적용 : 발강 지역의 네이메헨

이와 같은 리질리언트 프로그램은 범람원을 통한 저류공간을 형성하고 도시 병목구간에 방수로 및 수로를 건설하여 넘치는 물에 대한 흐름을 분배하는 방식으로서, 제방의 후퇴 및 하천의 확대 등 강변 저류지 확보를 통해 습지화하여 철새 도래지로 활용하는 등 강 주변 환경과 정비 조건에 따라 1)기술적 측면에서는 Groyne lowering 및 Retention 방식을 제시하여 제방 공간을 새롭게 이용할 수 있도록 하였으며, 2)사회적 측면에서는 River bypass, Returning Reclaimed Land to the River, Dike Relocation 방식을 제안하여 토지이용의 변화와 지역 공간 계획과의 긴밀한 상호작용, 공간의 기능을 개선하고 향상시키고자 하였다.

발강(Waal River) 지역의 네이메헨(Nijmegen)은 리질리언트 프로그램을 적용하여 기후변화에 대응한 물관리 및 토지이용계획을 시행한 대표적 사례이다. 곡류하천을 형성하여 홍수에 대한 취약성이 높고 유속과 지형의 특성으로 강변 코리더 사용이 제한되었던 네이메헨은 자연재해 회복 및 생물의 서식지 보호를 위해 그린코리더의 활용성을 부각하여 강변 이용률을 높이고 홍수피해를 저감하여 도시개발을 시행하였다. ①홍수위관리, ②공공편의시설 확보, ③생물의 다양성 확보를 통한 도시재개발을 꾀하였으며(Ian Dennis, Room for the River Waal: Restoring rivers the Dutch way), 하천 범람원의 낮추기, 홍수가 발생했을 때 물을 운반 할 수 있는 새로운 우회로 채널 파기, 강둑을 넓히기 위한 현재 제방의 내륙 재배치 등을 통해 토지 공공성 확보 및 홍수대응 강변 공간확보와 도시재개발이 가능할 수 있었다(Flood Risk Reduction in the Netherlands: The “Room for the River” project, UNISDR Scientific and Technical Advisory Group Report, 2013).

3.4.1. 물관리 시스템에 의한 기술적 리질리언스

물 관리측면에서는 기존의 북쪽 제방을 350m set back 시키고 새로운 물길을 형성하여 곡류하천의 굴곡을 완만하게 형성했다. 홍수에 대비하기 위해 폭풍우 방지층을 설정하고 홍수시 수량이 특정지역에 집중되지 않도록 강의 폭과 깊이를 조정하여(하천의 폭 400m, 길이 3.5km, 깊이 8m 이상 확보) 발강의 물을 일부 분산 및 침수하도록 설계되었다. 네이메헨의 물 관리계획은 특히 발강의 제방 낮추기(Lowering of groynes in the Waal)에 의해 가능했다. 제방의 주요 기능으로는 하천을 통한 수상교통 경로를 확보하면서 발(Waal) 강을 홍수로부터 보호하는 것이었는데 이는 제방의 높이를 낮춤으로써 강변의 환경을 개선하고, 완성될 경우 홍수위를 6~12cm 감소하는 효과를 얻을 수 있기 때문이다. 제방을 낮추는 대신 강의 폭을 확대하고 제방을 높이 쌓기 보다는 오히려 그 높이를 낮추어 침수 가능한 제방을 건설함으로써 자연적으로 물을 제어하도록 한 것이다. 강 주변의 제방은 자연적인 배수체계를 유도하고 물을 흡수하고 또 범람을 차단 이중적 기능을 갖게 되었으며, 포장된 경사면으로 설계된 부두는 홍수위에 물이 범람하는 것을 방지하고 순차적으로 서서히 침수되도록 하여 피해를 최소화하고 유연하게(resilient) 대처할 수 있도록 계획되었다.

3.4.2. 수변토지이용에 의한 사회적 리질리언스

이러한 물관리 계획방식에 의해 네이메헨의 강변 토지이용은 홍수 시와 평상 시 등 경우에 따라 유연한 토지이용이 가능하게 되었다. 수공간은 수상무역을 위한 선박의 이동 및 수상레크리에이션에도 적합하여 제방과 부두는 평상시에는 산책, 자전거, 테라스를 이용한 보트정박 등의 친수공간으로 활용하게 되었다. 또한 네이메헨과 렌트 사이에 비르-렌트 섬을 조성하여 곡류하천의 유속이 저감되도록 하였으며, 물의 흐름이 섬의 양쪽으로 분산되면서 형성된 강변 그린웨이 코리더를 통해 수변레크리에이션 용도의 토지이용성을 극대화하였다.

이는 홍수대응뿐 아니라 생태계 유지 및 복원과 자연친화적 수변공간이용 기회를 증대하기 위한 노력이며 기존 도시와는 다른 수공간 연계 개발을 염두에 둔 것이다. 섬과 부두 사이의 수공간은 고령인구를 위한 대안공간으로서 또한 젊은 층에게는 다양한 수상액티비티를 위한 친수공간으로 거듭나고 있다. 홍수범람에 의해 수공간으로의 접근성을 방해하고 수변여가활동에도 제한이 되었던 과거와는 달리 물관리 시스템에 의한 수공간과 생활공간의 단절 극복, 수공간으로의 통경축 확보, 수공간의 생활공간화, 일상과의 연결, 활동적이고 창조적인 수공간 활용 등이 가능해지면서 지역사회의 잠재적 능력을 발휘하고 재난재해로부터 자유로운 도시 적응력과 회복성을 제공하게 된다.



Fig. 3. Nijmegen Water Management Planning(source: Ian Dennis & Gert-Jan Meulepas, Room for the River Waal: Restoring Rivers the Dutch way, 17th RRC Annual Network Conference, 2016)

4. 결론

본 연구는 급속히 진행되는 온난화로 인해 발생하는 예측 불가한 이상기후에 대한 사전 대응방안 및 재난재해 위기 시 및 복구 중에도 도시의 기능을 유지하기 위한 회복성과 안정성 방안을 제안하고자 시작되었다. 도시공간을 창출함에 있어 기존의 공간계획방식을 넘어 이상기후에 대응한 새로운 도시개발방식이 필요하다는 점에 착안하여 기술적부분과 사회적 부분을 통합한 리질리언트 계획방향을 모색하고자 하였다. 특히 기후변화에 가장 취약한 워터프론트의 공간적 특성에 따른 기술·사회적 측면의 리질리언스 전략을 제안하고자 네덜란드의 리질리언트 프로그램을 파악하였으며, 기후변화로 인한 해수면 상승과 홍수에 유연하게 대응하기 위한 지역 특성에 따른 예방계획 및 재해 후 도시기능 유지방안과 재해재난 위험을 고려한 공간계획 수립 및 홍수위험수준을 고려한 계획방안은 다음과 같다.

1) 워터프론트 이용을 위한 토지이용과 사회적 성장을 동반한 공간계획으로는, ①사회적 위험요소와 방해요소에 대응하고 도시의 사회회복시스템 구현, ②시민, 기업, 비영리 단체, 지역사회가 상호협력하는 사회기능 유지와 회복성, ③재해시와 평상시의 유연한 토지이용으로 지역사회의 잠재적 능력을 발휘하고 생태계 유지복원과 생활공간으로서의 친수워터프론트 이용 기회 증대, ④재난재해로부터 자유로운 도시 적응력과 회복성을 통해 지역사회의 균형발전과 평등한 기회 제공 및 공정하고 포괄적인 지원

2) 지역특성을 고려한 재난재해 취약성을 고려한 공간계획으로는, ①이상기후에 의한 재난재해 발생 가능성과 위험도 및 취약성에 관한 조사체계를 강화, ②재해위험도를 사전에 분석·평가하여 토지이용계획에 반영하여 재해가 발생 시 피해를 최소화 할 수 있는 도시공간 조성, ③지리 지형에 따른 물관리 계획과 우수지의 확보계획을 세우고 이를 반영한 지구단위계획 수립, ④시설물 설치 시 범람방지 시설 기준을 강화하여 홍수에 대비한 투수성 보도포장재 사용 등 도시시설물 계획

3) 재난재해위험을 고려한 물관리 계획으로는, ①해수면 상승에 대비하고 수변의 안전과 보호를 위해 습지 및 저류지를 확장하여 저장 용량을 확장, ②하수도와 배수관을 분리하여 수질 개선을 도모하고 홍수범람 방지와 동시에 물공급과 물이용성을 높임, ③수변의 제방 높이를 낮추고 수공간의 폭을 확대하여 여유공간을 확보하는 방법으로 침수에 대비하고 동시에 워터프론트 주변의 공간적 경관적 환경을 개선

감사의 글

이 연구는 2016년도 한국연구재단 연구비 지원에 의한 결과의 일부임. 과제번호:201601980001

References

- [1] Arnoud Molenaar (2011). Rotterdam Climate Poof Connecting Water with Opportunities, World Water Week in Stockholm.
- [2]. Bart Orr Amy Stodghill, Lucia Candu (2007). The Dutch Experience in Flood Management: A History of Institutional Learning, Global Report on Human Settlements.
- [3]. Louise K. (2013). Designing Resilience, University of Pittsburgh Press.
- [4]. EU Water Framework Directive (2000). European Parliament·Council Guidelines on the Assessment and Management of the Flood Risk.
- [5]. Flood Risk Reduction in the Netherlands: The Room for the River project (2013) UNISDR Scientific and Technical Advisory Group Report.
- [6]. Gemeente Nijmegen (2011). Room for the River Wall Nijmegen, Municipality of Nijmegen.
- [7]. Grover Himans (2014). Planning for Community Resilience, Island Press.
- [8]. Ian Dennis, Gert-Jan Meulepas (2016). Room for the River Waal: Restoring rivers the Dutch way, 17thRRCAnnualNetworkConference.
- [9]. Ingwer de Boer, programme director Room for the River Programme (2011). Mekong River Commission, www.ruimtevoorderiveier.nl.
- [10]. JaapJan Zeeberg (2009). Willem de Melker, Flood control in the Netherlands, Rijnland Water Control Board.
- [11]. Jos Van Alphen (2014). The Delta Programme and Updated Flood Risk Management Policies in the Netherlands, 6thInternational Conference on Flood Management.
- [12]. K. Lee (2017). New Strategies for Resilient Planning in response to Climate Change for Urban Development, Elsevier Procedia.
- [13]. Met Andere Woorden, Kris Kras Desgn, Dick Brouwers, Bert Boekhoven (2006). Studio Diender, Mijs+ van der Wal, Spatial Planning Key Decision 'Room for the River', Ministry of Transport, Public Works and Water Management.
- [14]. Ministry of Infrastructure and the Environment (2014). Ministry of Economic Affairs, Draft National Water Plan 2016-2021, Government of the Netherlands.
- [15]. The Netherlands' Water Policy & Program Implementation: Issues & Challenges (2008). George peters, Royal Haskoning DHV.
- [16]. Tailor Made Collaboration, Room for the Riverr Facts and Figures (2013). Rijkswaterstaat Room for the River.
- [17]. Working Together with Water (2008). Findings of the Delta Commissie, Delta Committee, www.deltacommissie.com.
- [18]. 2009-2015 National Water Plan (2009). The Hague.

* 이 논문은 ICBR 학술대회의 New Strategies for Resilient Planning in response to Climate Change for Urban Development 발표내용을 수정보완하여 작성되었습니다.