연구논문 「환경정책」 제29권 제3호 2021. 9: 253-291
DOI http://dx.doi.org/10.15301/jepa.2021.29.3.253
pISSN 1598-835X eISSN 2714-0601

유역별 지자체 물관리 구조에 관한 이원모드 네트워크 분석:

광역자치단체 물관리 행정조직과 물 정책 간 연계성을 중심으로*

A Two-mode Network Analysis of Local Water Management Systems in South Korea: The Relationship of Local Administrative Organizations and Water Policies at Watershed Scale

김보람**
Boram Kim

요약: 본 연구는 협력적 유역관리를 위하여 17개 광역자치단체 물관리 행정조직과 물 정책 간 연계성을 유역 단위로 분석하고 정책적 시사점을 도출한다. 유역관리에 관한 국내 연구들은 주로 유역 관리 기구 설치 및 운영에 초점을 둔 반면, 유역 내 지방자치단체들의 물관리 업무 구조를 실증적으로 분석한 연구는 미흡하였다. 이에 본 연구는 이원모드 네트워크 분석을 활용하여 17개 광역자치단체 내 행정조직들의 물관리 업무 구조를 4개 유역(한강, 금강, 낙동강, 영산강·섬진강) 및 3개 부문(이수, 물환경, 치수)별로 구분하여 소시오그램(sociogram)으로 도식화하고 양적으로 수치화하여 실증 분석한다. 분석결과, 첫째 유역별 행정조직-물 정책 간 연결의 밀도와 구조적 패턴 등은 유사하였으며, 부문별 특징에서 차이가 나타났다. 전반적으로 이수 부문의 규모가 가장 크고 물환경 부문의 밀도가 가장 높았으며 치수 부문의 규모가 가장 작은 것으로 나타났다. 둘째, 연결중심성이 높은 행위자의 경우 유역 및 부문별로 차이가 있으나 경기수자원본부와 전북물환경관리과 등으로 확인되었다. 또한, 연결중심성이 높은 물 정책의 경우 수질, 하천, 자연재해 등으로 나타났으며, 한강 유역의 경우 자연재해, 금강, 낙동강, 영산강·섬진강 유역의 경우 수질이 가장 높게 나타나 유역 간 다소 차이를 보였다. 유역 통합관리의 관점에서는 현재와 같이 물 에너지와 다목적댐, 자연재해와 농업재해 등 동일 부문 내 관련이 깊은 물 정책을 서로 상이한 부서에서 담당하고 있는 경우 업무 조정 및 협의에 더욱 주의가 필요하다. 아울러 현재 유역 간 유사한 행정조직-물 정책의 연결구조가 환경적 특성을 잘 반영하고 있는지, 다양한 물 정책을 담당하고 있는 조직의 역할이 적정한지, 유역별로 가장 많은 조직이 담당하고 있는 물 정책이 적절한지에 대한 심층 진단과 관리가 이뤄져야 할 것이다.
핵심주제어: 물관리, 유역, 네트워크 분석, 지방자치단체, 통합 물관리

Abstract: This study explores the structural characteristics of local water management systems in South Korea that enable collaborative watershed management. Previous studies have focused on the establishment and operations of watershed management authorities and watershed governance. This study empirically analyzes the structure of water management in metropolitan cities and provincial governments regarding four watersheds. In particular, using two-mode network analysis, this study analyzes the relationship between local administrative

* 본 논문의 발전을 위하여 귀중한 조언을 해주신 세 분의 심사위원님께 깊이 감사드립니다.
** 고려대학교 정부학연구소 연구교수

organizations and water policies in relation to watersheds. The results of the analysis are as follows. First, the density and structural patterns of the connection between local administrative organizations and water policies in the four watersheds are similar. Second, the Gyeonggi Water Resources Headquarters and Jeonbuk Water Environment Management Department both administer a range of water policies. Water quality, rivers, and natural disasters are connected with many local administrative organizations. Few differences can be seen among the watersheds. In terms of integrated watershed management, coordination and collaboration are required because the organizations responsible for related water policy in a given sector, such as energy & dam, natural disasters & agricultural disasters, are separated. Public managers should diagnose and manage the appropriateness and effectiveness of the current water management structures, consisting of local administrative organizations and the water policies being implemented in watersheds.
Key Words: Watersheds, Water Policy, Local Government, Network Analysis, Integrated Water Management

I. 서론

유역(watersheds)은 물의 자연적인 이동경로를 따라 구분된 일정한 공간을 의미하며, 물의 지속가능하고 효과적인 이용 및 관리를 위해서는 유역 내 다양한 이해관계와 환경·사회·경제적 여건을 고려하는 것이 필요하다. 국내외 물관리 이슈로서 유역관리(watershed management)는 이러한 맥락에서 활발히 논의되고 있다. 국가적 차원의 일률적인 혹은 개별 지자체의 국지적인 관리는 유역 현안에 적절히 대응하는데 한계가 있으며, 일반적으로 유역과 행정구역의 범위는 일치하지 않기 때문에 유역관리를 위해서는 무엇보다 유역 내 여러 지방자치단체들의 상호협력과 일관성 있는 정책 추진이 중요하다. 실제 미국, 영국, 호주 등에서는 이러한 유역관리를 제도화하여 유역 내 다양한 이해관계자 간 협력을 촉진하고 물 정책 문제를 해결하는데 중점을 두고 있다.

우리나라에서도 유역관리는 통합 물관리(integrated water management)와 더불어 현 정부가 추진하고 있는 주요 정책 현안 중 하나이다. 2018년 제정된 물관리기본법에서는 “물이 유역 단위로 관리되어야 하며, 유역 간 물관리는 조화와 균형을 이루어야 함”을 명시하고 있다(법률 제17326호 제

11조). 이 법을 근거로 2019년에는 유역단위 관리조직으로서 공공·민간부문 이해관계자들을 포함한 유역물관리위원회가 설치되었고 2022년까지 유역물관리종합계획이 수립될 예정이다.

그러나 우리나라 물관리는 오랜 시간 중앙부처들을 중심으로 정책 수립 및 집행이 이뤄져 왔으며, 지방자치단체는 국가 정책을 기반으로 관할 행정구역의 세부 정책 수립 및 집행을 담당해 왔다. 각 지방자치단체는 개별적으로 물관리 부서 또는 인력을 구성하여 정책을 추진하고 있으며 유역 내 수질오염 및 비용분담 등과 관련하여 지역 간 상이한 이해관계로 갈등을 겪고 있다. 이로 인해 실제적으로 유역 문제 해결을 위한 지방자치단체 간 유기적인 협력은 많은 난관에 부딪힐 것으로 예상된다.

기존의 유역관리에 관한 국내 연구들은 실무적인 차원에서 정책방안을 제시하는 연구들(김종원, 2000; 신사철 등, 2002; 이길성 등, 2006; 김경민, 2007; 박수혁, 2007; 정태성 등, 2007; 이승호 등, 2008; 강민구 등, 2008; 강미아, 2009; 이시경, 2011; 송재석, 2011, 2015; 조재필·김철겸, 2012; 김창수, 2018; 안종호 등, 2019; 이기영·한송희, 2019)이 활발히 이뤄져 왔다. 이 연구들은 기술·공학, 통합관리, 법률 및 계획, 조직 및 거버넌스 등의 차원에서 유역 단위 관리의 필요성을 고찰하고 효과적인 유역관리 방안을 제시하기 위한 논의를 계속해 왔다. 그러나 앞서 언급한 바와 같이 유역관리가 실질적인 효과를 거두기 위해서는 유역 내 여러 지방자치단체 간 협력이 뒷받침되어야 하며, 이를 위해서는 실제 지방자치단체 간 물관리 업무구조에 대한 실증적인 분석이 필요하다.

이에 본 연구는 우리나라 광역자치단체의 물관리 행정조직과 이들이 담당하고 있는 물관리 업무구조를 4개 유역별로 분석하고, 이를 위해 이원모드 네트워크 분석(two-mode network analysis)을 활용한다.[1] 17개 광

1) 기존 연구에서 주로 활용되었던 일원모드 네트워크 분석(one-mode network analysis)은 동일 집합 내 행위자(a′)-행위자(a″) 또는 사건(e′)-사건(e″) 간 연계성을 분석할 수 있는 반면, 이원모드 네트워크 분석은 서로 다른 집합의 행위자(a)-행위자(b) 또는 행위자(a)-사건(e) 등 2개의 독립된 개체 집합 간 연계성을 분석할 수 있다는 점이 특징적이다(Wasserman and Faust, 1994, pp.39-41).

역자치단체 내 행정조직과 물 정책의 연계구조를 파악하기 위하여 네트워크 수준에서는 규모와 밀도, 노드 수준에서는 행정조직과 물 정책의 연결중심성을 측정한다. 본 연구는 이러한 분석결과를 토대로 유역 단위 관리를 위한 지방자치단체 물관리 구조 개선방안을 제시하고자 한다. 본 연구의 접근은 유역 물관리 현황 및 특징을 관계구조적 속성에 중점을 두고 양적·시각적으로 실증 분석한다는 점에서 통계적 방법이나 질적 연구방법을 사용하였던 기존의 유역관리에 관한 연구들과 구분된다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저, Ⅱ장에서는 우리나라 유역 물관리 현황 및 주요 논의, 네트워크 분석을 활용한 국내외 물관리 연구를 고찰한다. Ⅲ장에서는 이원모드 네트워크 분석을 위한 연구 대상 및 범위를 설정하고, 연구 방법 및 절차를 정리한다. 이를 토대로 Ⅳ장에서는 전체 및 4개 유역별로 통합 및 부문별 네트워크 분석결과를 도출하고 행정조직과 물 정책 간 연결구조의 특징을 분석한다. 마지막 Ⅴ장에서는 본 연구의 주요 결과를 요약하고, 향후 효과적인 유역 관리를 위한 지방자치단체 물관리 구조 개편에 관한 정책적 함의를 제시한다.

Ⅱ. 유역관리에 관한 주요 논의와 네트워크 분석의 활용

1. 한국의 유역관리 현황 및 선행연구

유역은 물의 흐름에 따라 자연적으로 형성된 공간으로 우리나라에는 크게 4개 유역, 한강, 금강, 낙동강, 영산강·섬진강 유역이 있다. 각 유역에 해당하는 지역을 관할하는 광역자치단체는 〈표 1〉과 같다. 한강 유역은 7개 지자체, 금강 유역은 8개 지자체, 낙동강 유역은 9개 지자체, 영산강·섬진강 유역은 5개 지자체가 해당된다. 이 중 2개 이상의 유역에 포함되는 지자체는 8개로, 경기도(한강, 금강), 강원도(한강, 낙동강), 충청북도(한강, 금강, 낙동강), 충청남도(한강, 금강), 전라북도(금강, 낙동강, 영산강·섬진강), 전라남도(낙동강, 영산강·섬진강), 경상북도(한강, 금강, 낙동

강), 경상남도(금강, 낙동강, 영산강·섬진강)가 해당된다.

〈표 1〉 유역별 광역자치단체

유역	광역지차체
한강 유역(7개)	서울특별시(SU), 인천광역시(IC), 강원도(GW), 경기도(GG), 경상북도(GB), 충청남도(CN), 충청북도(CB)
금강 유역(8개)	대전광역시(DJ), 세종특별자치시(SJ), 충청남도(CN), 충청북도(CB), 경기도(GG), 경상남도(GN), 경상북도(GB), 전라북도(JB)
낙동강 유역(9개)	부산광역시(BS), 대구광역시(DG), 울산광역시(US), 경상남도(GN), 경상북도(GB), 강원도(GW), 전라북도(JB), 전라남도(JN), 충청북도(CB)
영산강·섬진강 유역(5개)	광주광역시(GJ), 전라남도(JN), 전라북도(JB), 경상남도(GN), 제주특별자치도(JJ)

주) 괄호 안의 영어 약자는 소시오그램 분석 시 노드명에서 지역을 구분하기 위해 사용됨
출처: 물관리기본법 시행령(대통령령 제29841호)의 유역물관리위원회별 관할 구역을 참조하여 작성함

현재 유역관리 조직으로는 유역환경청, 수계관리위원회, 홍수통제소, 유역관리위원회 등이 있다. 유역환경청 및 수계관리위원회는 유역의 수질 관련 업무를 담당하고 있으며, 홍수통제소의 경우 치수 관련 업무를 담당하고 있다. 유역관리위원회는 2019년 새롭게 설치된 기구로 유역 내 지자체, 유관기관, 전문가 등으로 구성되어 있으며, 유역종합계획의 수립 및 변경, 유역 내 물 이동 등에 관한 사항을 심의·의결하는 역할을 담당하고 있다(법률 제17841호 제24조, 2021.1.5). 〈표 1〉의 각 지자체는 해당 유역관리위원회에 위원으로 참여하고 있다.

이처럼 유역단위의 관리조직이 존재하고 있지만 효과적인 유역관리를 위해서는 지방자치단체의 물관리 역할과 상호협력이 중요하다. 우리나라 지역 물 정책 수립 및 집행은 지방자치단체에 의해 행정구역별로 추진되고 있고, 일반적으로 유역의 경계와 행정구역은 일치하지 않기 때문에 행정구역의 경계를 넘어선 유역관리가 적절히 이뤄지는 데 한계가 있다.[2] 따라서 각 유역 내 지방자치단체의 물관리 행정조직과 이들의 업무를 유역 단위에서 우선적으로 점검하는 것이 필요하다.

2) 유역단위와 행정구역의 불일치로 인한 물관리의 한계는 우리나라뿐만 아니라 여러 국가에서 나타나고 있는 일반적인 현상이다(OECD, 2015).

유역관리는 물의 자연 순환적인 속성과 사회경제적 이해관계를 고려하였을 때 유역단위의 관리가 적실성이 높다는 필요성과 함께 논의되고 있다. 기존의 유역관리에 관한 국내 연구들은 기술·공학, 통합관리, 법률 및 계획, 조직 및 거버넌스 등 다양한 시각에서 현황 및 문제점을 분석하고 개선방안을 제시해 왔다. 특히, 유역 물 문제 해결을 위하여 과학적·공학적 접근을 통해 유역 현황을 분석하여 문제점과 관리방안을 제시한 연구(신사철 등, 2002; 정태성 등, 2007; 강미아, 2009)가 활발히 이뤄졌다.

또한 유역통합관리의 차원에서 이수·치수·수질 및 수생태계 등을 포함한 종합 관리방안을 모색한 연구(이길성 등, 2006; 강민구 등, 2008; 조재필·김철겸, 2012), 국가 및 지자체의 분산된 물관리 법정 계획을 통합·조정하는 방안에 관한 연구(안종호 등, 2019), 종합적인 관점에서 현 유역관리 제도 및 운영·관리 등 여러 측면을 복합적으로 살펴본 연구(김종원, 2000; 김경민, 2007; 이시경, 2011) 등이 있다. 이러한 연구들은 부문별 지역별로 다원화된 유역 물관리 체계를 개선하기 위한 시도를 계속해 왔다.

그리고 조직적인 측면에서 현 유역관리의 한계점을 제시하고 정책방안을 모색한 연구들이 있다. 예를 들어 국내외 사례 분석을 토대로 공공·민간부문 이해관계자들의 참여와 협력에 중점을 둔 유역 거버넌스에 관한 연구(이승호 등, 2008; 송재석, 2011, 2015; 김창수, 2018), 유역기구 설치 및 운영방안에 관한 연구(박수혁, 2007), 한강 유역 내 중소유역 거버넌스의 활성화를 위하여 통합 물관리 사업을 제시한 연구(이기영·한송희, 2019) 등이 있다. 또한, 정책네트워크의 이론적 논의를 토대로 한강 및 낙동강 수계 특별법 제정과정에서 주요 행위자들의 상호작용과 네트워크 유형의 변화를 살펴본 질적 사례연구(박용성, 2004)도 있다. 조직적인 측면에 초점을 둔 유역관리 연구들은 유역 거버넌스, 유역관리위원회 또는 유역관리청 등과 같이 유역 단위 기구 설치 및 운영을 주로 다뤄왔다.

한편, 한국정책학회(2018)에서는 광역자치단체 내 물관리를 담당하고 있는 행정조직들의 업무 현황을 분석한 바 있다. 이 연구에서는 15개 시·도를 대상으로 광역자치단체별 물관리(수질·수생태계 관리와 수량·하천

관리) 행정조직 체계 및 업무 현황과 특징을 파악하고 유형화하였으며, 환경부와 국토교통부의 조직개편 및 물관리 일원화에 따른 지자체 행정조직 개편 가이드라인을 제시하였다(한국정책학회, 2018). 이 연구는 각 광역자치단체별 물관리 행정조직의 특성을 분석하고 개선방안을 제시하였다는 점에서 의의가 있다. 다만, 이 연구는 국가적 차원에서 효율성, 효과성, 정합성을 분석하는데 초점을 맞춰 유역 단위로 광역자치단체들의 업무 구조를 세부적으로 파악하지는 않았다.

이처럼 기존 연구들은 유역 물 문제 해결을 위해 다양한 측면에서 처방적인 접근을 통해 정책 실무에 기여해 왔다. 그러나 지방자치단체 행정조직이 실제 담당하고 있는 물관리 업무를 유역 단위로 파악하고자 하는 연구는 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구는 네트워크 접근을 통해 4개 유역 내 17개 광역자치단체 물관리 행정조직의 업무 현황 및 연계성을 진단하고 지방자치단체 관할 행정구역의 경계를 넘어선 유역단위의 협력방안을 모색하고자 한다.[3)]

2. 네트워크 분석을 활용한 국내외 물관리 연구

네트워크 분석은 양적 연구방법으로 독립된 개체들이 구성하고 있는 공식적·비공식적 관계구조를 분석하기 위한 연구에서 널리 활용되고 있다. 네트워크는 기본적으로 2개 이상의 노드(node)와 노드 간의 연결(tie)로 구성된다. 노드는 독립된 개체로 연구자가 연구목적에 따라 행위자, 단어, 정책, 사건 등으로 다양하게 설정할 수 있다. 네트워크의 유형은 노드 집합의 수에 따라 일원모드 네트워크(one-mode network)와 이원모드 네트워크(two-mode network)로 구분할 수 있다. 전자의 경우 노드의 집합이 하나인 반면, 후자의 경우 두 개의 노드 집합으로 구성된다. 본 연구에서

3) 각 광역자치단체별로 물 정책의 세부적인 집행체계는 다소 상이하나 본 연구는 유역의 수준에서 물관리 행정구조를 분석하는 데 초점을 맞추었기 때문에 유역관리위원회 등을 통해 실제 유역 관리에 참여하고 조정 기능을 수행하고 있는 광역자치단체를 연구대상으로 하였으며 각 광역자치단체 내 물관리를 담당하고 있는 행정조직과 이들의 역할인 물 정책을 분석단위로 설정하였다.

활용하는 이원모드 네트워크 분석은 더욱 폭넓은 관계구조를 분석할 수 있어 유용하다.[4)]

물관리 분야에서 네트워크 분석을 활용한 국내외 연구들을 살펴보면 다음과 같다. 먼저, 국외 연구의 경우 국내보다 더욱 다양한 네트워크 분석 방법을 활용하고 있으며, 이는 크게 두 가지로 구분할 수 있다. 첫째, 탐색적인 접근으로 네트워크 분석의 주요 지표인 밀도(density)와 중심도(centralization), 연결 및 매개 중심성(degree centrality, betweenness centrality) 등을 활용하여 국가 또는 지역 물관리의 구조적 특징과 주요 행위자를 밝혀낸 연구(Lienert et al., 2013; Fliervoet et al., 2016)가 있다. 이러한 연구들은 물관리 네트워크에서 공공부문 행위자들의 역할이 여전히 중요하며 이와 더불어 이해관계자 간 협력을 목적으로 설립된 기구 또는 지역 간 경계를 넘어 활동하는 조직의 역할이 중요함을 강조하고 있다.

둘째, 지수무작위그래프모형(exponential random graph model, ERGM)을 사용하여 물관리 네트워크의 영향요인을 분석한 연구(Berardo, 2014; Lubell et al., 2014; Jasny and Lubell, 2015; Boschet and Rambonilaza, 2018; Metz et al., 2019)가 있다. 이러한 연구들은 개체의 개별 속성과 구조적 요인을 설명변수로 설정하였으며 네트워크의 통계적 분석방법을 활용하여 이해관계자 간 협력구조의 영향요인을 밝혀내고 있다. 개별 속성으로는 동질성(homogeneity) 혹은 이질성(heterogeneity), 구조적 요인으로는 결속(bonding)과 중개(bridging)에 초점을 맞추었다.

국내 물관리 분야에서 네트워크 분석을 활용한 양적 연구는 비교적 활발히 이뤄지지 않았다.[5)] 기존 연구에서는 크게 세 가지, 일원모드 네트워

4) 이원모드 네트워크는 2개의 서로 다른 노드 집합으로서 2개의 행위자 집합 또는 행위자 집합과 사건 집합 등으로 구성할 수 있다(Wasserman and Faust, 1994, pp. 39-41). 이원모드 네트워크 분석에서는 두 개 노드 집합이 동등하게 중요한 분석단위로 다뤄지며 어느 행위자가 어떤 사건과 연결되었는지에 주된 관심을 두고 있다(Borgatti and Everett, 1997, p.246). 물관리 분야에 이원모드 네트워크 분석을 적용할 경우 어느 행위자가 어떤 물관리 역할을 하고 있고 이 행위자들이 무엇을 매개로 연결되어 있는지 등 전체적인 구조를 그려낼 수 있다.

크 분석, 텍스트 네트워크 분석, 이원모드 네트워크 분석을 사용하여 물관리 영역의 구조적 특징을 밝히고 정책적 시사점을 제시하였다. 첫째, 행위자를 중심으로 일원모드 네트워크 분석을 활용하여 지역 사례를 분석한 연구들이 있다. 예를 들어 한탄강댐 건설사례(배귀휘·임승후, 2010), 새만금 유역(김미선 등, 2013), 제주특별자치도(김보람 등, 2020)를 대상으로 한 연구 등이 있다. 이 연구들은 네트워크 분석을 통해 물관리의 구조적 특징과 중심 행위자 및 역할을 밝히는 탐색적 접근을 취하였다.[6] 또한, 이 연구들은 네트워크 규모(size)와 밀도(density), 연결중심성(degree centrality) 등을 공통적으로 측정하였으며 소시오그램(sociogram)을 통해 구조적 특징을 시각화하였다.

둘째, 물관리 관련 핵심단어를 중심으로 텍스트 네트워크 분석을 실시한 연구들(이덕로 등, 2017; 유재호 등, 2020)이 있다. 예를 들어 이덕로 등(2017)은 수자원 관련 학제적 연구 동향 및 여론 주도자의 핵심이슈를 분석하였으며, 유재호 등(2020)은 광역 및 기초 지방자치단체별 기후변화 적응대책 세부시행계획의 물관리 분야 주요 과업을 분석하였다.[7] 전자의 경우, 경제학, 공학, 환경공학, 정치학 등 학문분과별 핵심 물관리 이슈, 후자의 경우, 5개 지자체를 대상으로 대도시, 산간, 내륙, 해안, 섬 등 지역별 물관리 과업의 특징을 비교 분석하였다는 점이 특징적이다.

셋째, 이원모드 네트워크 분석을 활용하여 행위자와 물 정책기능, 두 개

---

5) 환경정책 분야에서도 네크워크 분석을 활용한 국내 연구는 많지 않다(김보람 등, 2020, p.673). 먼저, 일원모드 네트워크 분석을 활용한 연구들은 지역 환경 거버넌스(고재경·이미홍, 2010), 온실가스 배출권 거래제도(윤순진·한진이, 2011; 이유현·권기현, 2013), 생활계 폐기물(김철민 등, 2014) 등의 사례를 대상으로 이해관계자 간 관계구조의 특징을 분석하였다. 또한 일원모드 네트워크 분석과 이원모드 네트워크 분석을 모두 활용하여 환경 및 공간계획 관련 법률 간 연계성을 분석한 연구(최충익·강보영, 2014), 텍스트 네트워크 분석을 활용하여 에코시스템 트렌드를 분석한 연구(김혜란 등, 2020) 등이 있다.

6) 한편, 국내 연구 중 박형준·장현주(2009)는 미국의 사례를 대상으로 지수무작위그래프모형(ERGM)을 활용하여 15개 지방정부 간 수자원서비스 협력연결망 형성 영향요인과 구조적 변화의 특징 등을 분석한 바 있다.

7) 분석자료로 이덕로 등(2017)은 연구논문 및 언론기고문을 활용하였으며, 유재호 등(2020)은 기후변화 적응대책 세부시행 계획을 활용하였다.

의 개체집합을 동시에 분석한 연구가 있다. 김보람(2021)은 이원모드 네트워크 분석이 갖고 있는 고유의 특성을 활용하여 국가 수준에서 중앙부처-물 정책기능 간 관계구조를 분석하였으며, 분석지표로 규모(size)와 밀도(density), 연결도(connectedness), 두 개 노드 집합의 연결중심성(degree centrality)을 측정하였다. 이를 통해 중앙부처-물 정책기능 간 연결의 복잡성과 중복성, 중심적인 중앙부처와 물 정책기능을 실증 분석하였다.

이처럼 국내 물관리 분야에서 네트워크 분석을 활용한 연구는 아직 많지 않지만 탐색적인 접근을 통해 물관리의 구조적 특징과 중심 행위자 등을 밝혀 왔다. 그리고 행위자, 핵심어 등 하나의 노드 집합을 분석단위로 한 일원모드 네트워크 분석을 더욱 많이 활용해 왔다. 그러나 통합 물관리의 관점에서는 누가 어떠한 물관리 역할을 하는지, 이들이 어떠한 구조적 특징을 이루고 있는지 파악하는 것이 중요하기 때문에 이원모드 네트워크 분석을 활용할 필요가 있다. 이원모드 네트워크 분석은 행위자뿐만 아니라 행위자가 연관된 사건과 같이 두 개의 서로 다른 노드 집합이 이루고 있는 구조를 총체적인 관점에서 조망할 수 있으며 노드 집합별 중심성을 측정할 수 있다는 점에서 유용하다. 따라서 본 연구는 이원모드 네트워크 분석을 활용하여 전체 및 유역별 광역자치단체 물관리 행정조직들의 물관리 업무구조를 탐색하고자 한다.

Ⅲ. 연구 설계

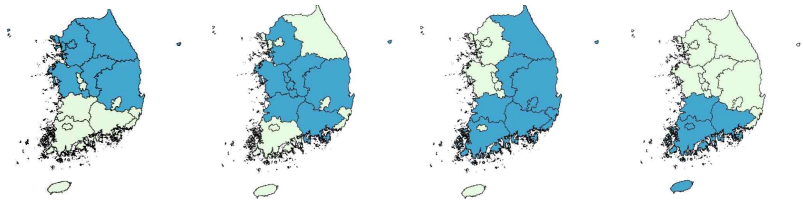
1. 연구 대상 및 범위

본 연구는 이원모드 네트워크 분석(two-mode network analysis)을 활용하여 광역자치단체 물관리 행정조직들의 업무구조를 유역별 부문별로 세분화하여 비교 분석한다. 4개 유역은 한강 유역, 금강 유역, 낙동강 유역, 영산강·섬진강 유역으로 구분한다. 물관리 부문은 (1)수자원 개발 및 이용(이하 “이수”), (2)수질·수생태계 보전 및 관리(이하 “물환경”), (3)재

난·재해 예방 및 복구(이하 “치수”)로 구분한다.

이원모드 네트워크는 기본적으로 두 개의 서로 다른 개체 집합으로 구성된다. 본 연구에서 첫 번째 노드 집합은 17개 광역자치단체 내 물관리 업무를 담당하고 있는 행정조직으로 본청의 물관리 담당부서, 직속기관, 사업소·사업본부 등이 해당된다. 일부 광역자치단체의 경우 2개 이상의 유역에 포함됨에 따라 전체 및 유역별로 비교 분석 시 의미 있는 연구결과를 도출할 수 있을 것으로 기대한다(〈표 1〉, 〈그림 1〉 참고).

〈그림 1〉 4개 유역별 해당 광역자치단체



a) 한강 유역 b) 금강 유역 c) 낙동강 유역 d) 영산강·섬진강 유역

두 번째 노드 집합은 물 정책으로 세 개 부문의 총 22개 정책이 해당된다. 물 정책은 주요 물관리 법률의 대상을 토대로 구성하였다. 각 부문별 세부 물 정책을 살펴보면, 첫째, 이수 부문(11개)은 ‘지하수’, ‘온천’, ‘하천’, ‘소하천’, ‘다목적댐’, ‘농업용수’, ‘농촌용수’, ‘물 에너지’, ‘수도’, ‘물산업’, ‘물재이용’이 해당된다. 둘째, 물환경 부문(8개)은 ‘먹는물’, ‘수질’, ‘물환경’, ‘수질오염’, ‘하수도’, ‘가축분뇨’, ‘폐수배출’, ‘상수원’이 해당된다. 셋째, 치수 부문(3개)은 ‘자연재해’, ‘저수지댐안전관리’, ‘농업재해’가 해당된다.

2. 연구 방법 및 절차

본 연구의 방법 및 절차는 다음과 같다. 먼저, 각 광역자치단체 내 물관리 담당 행정조직과 이들의 물관리 업무를 분류하여 행정조직-물 정책의 이원모드 행렬(two-mode matrix)을 이진법으로 작성하고 이를 이원모드 네트워크 분석에 활용한다. 이원모드 행렬(n*m) 작성 시 각 행정조직이

해당 물 정책을 담당하고 있는 경우 1, 담당하고 있지 않은 경우 0으로 표기한다. 분석 자료는 공식 업무 연계성을 파악하기 위하여 17개 광역자치단체의 행정기구 설치에 관한 조례 및 시행규칙상 부서별 사무분장을 활용한다.[8] 분석 프로그램으로는 UCINET과 Netdraw를 사용한다.

본 연구에서는 이원모드 네트워크 분석지표로 네트워크 수준에서 규모(size)와 밀도(density), 노드 수준에서 2개 노드 집합인 행정조직과 물 정책의 연결중심성(degree centrality)을 각각 측정한다. 먼저, 네트워크의 규모는 연결된 노드의 수를 측정하는 것으로 이원모드 네트워크에서는 각 노드 집합별로 연결된 노드 수를 측정할 수 있다. 본 연구에서 네트워크 규모는 얼마나 많은 행정조직이 물관리 역할을 담당하고 있고 어떠한 물 정책을 담당하고 있는지 파악하기 위해 활용한다. 다음 밀도의 경우, 전체 노드의 연결 정도를 측정한 것으로 실제 연결 수를 최대가능 연결 수로 나누어 구할 수 있다(Borgatti et al., 2018, p.277). 이원모드 네트워크의 경우 동일 노드 집합 내 연결이 없기 때문에 최대가능 연결 수는 하나의 노드 집합 내 모든 점들이 다른 노드 집합의 모든 점들과 연결될 때가 된다(Borgatti and Everett, 1997, p.253). 본 연구에서 행정조직-물 정책 네트워크의 밀도는 행정조직과 물 정책이 연결된 정도를 의미한다.

연결중심성의 경우, 각 노드가 다른 노드와 연결된 수로 측정한다(Borgatti and Everett, 1997, p.254). 이원모드 네트워크 분석에서는 연결중심성을 2개 노드 집합별로 측정할 수 있다(Faust, 1997, pp.161-162). 행위자-사건 네트워크에서 한 행위자의 연결중심성은 그 행위자가 연관된 사건의 수가 되고, 한 사건의 연결중심성은 그 사건에 연관된 행위자의 수가 된다(Borgatti and Everett, 1997, p.254; Faust, 1997, p.167; Borgatti and Halgin, 2011, p.426). 연결중심성의 표준화는 각 노드의 연결 수를 최대 연결가능한 값으로 나누어 구하며, 행위자-사건 네트워크에서 한 행위자의 최대 연결정도는 총 사건의 수, 한 사건의 최대 연결정도는 총 행위

8) 각 광역자치단체별 조례 및 시행규칙은 행정안전부 자치법규정보시스템(https://www.elis.go.kr/)에서 검색하여 활용하였다(검색일: 2021.1.9).

자의 수가 된다(Borgatti and Halgin, 2011, p.426). 본 연구에서 연결 중심성이 높은 중심 행위자는 다양한 종류의 물 정책을 담당하고 있음을 의미하며, 연결 중심성이 높은 중심 물 정책은 많은 행정조직과 연결되어 있음을 의미한다.

그리고 본 연구에서는 네트워크 구조를 소시오그램(sociogram)으로 시각화한다. 소시오그램은 노드 간 연결구조를 점(point)과 선(line)을 사용하여 그래프(graph)로 나타낸 것으로 점은 노드, 선은 노드 간 연결을 의미한다. 이원모드 네트워크의 경우, 2개의 노드 집합으로 구성되어 있기 때문에 그래프에서 점의 유형도 2개로 구분된다. 본 연구에서는 소시오그램 상 노드 유형을 행정조직은 빨간색, 물 정책은 파란색으로 구분하였고, 선은 행정조직과 물 정책 간 연결이 존재함을 의미한다.

이상의 과정을 거쳐 최종 분석결과는 전체 및 4개 유역(한강, 금강, 낙동강, 영산강·섬진강 유역)별로 도출하고, 각 분석결과는 이수·물환경·치수 부문으로 구분하여 비교·분석한다. 이를 통해 17개 광역자치단체 내 물관리 행정조직의 업무구조가 전체 및 유역별로 어떠한 특징을 가지고 있고, 어느 지자체의 어떤 행정조직이 가장 다양한 물관리 역할을 수행하고 있으며, 이들이 주로 담당하고 있는 물 정책이 무엇인지 양적으로 시각적으로 분석한다.

Ⅳ. 분석결과

1. 광역자치단체 물관리 행정조직 현황

본 연구의 분석결과, 17개 광역자치단체의 물관리 행정조직 현황을 살펴보면 광역자치단체별로 약 10~12개의 행정조직에서 물관리를 담당하고 있음을 알 수 있다(〈표 2〉 참고). 본청에서 대부분의 물 정책을 담당하고 있고 수질 관련 업무를 각 지역의 보건환경연구소에서 상수도 관련 업무를 직속기관 또는 사업소·사업본부 등에서 담당하고 있었다.

〈표 2〉 유역별 광역자치단체 물관리 행정조직 현황('21.01)

(단위: 개)

유역	지자체수	합계	전체 평균	본청	직속 기관	사업소, 사업본부 등	이수 평균	물환경 평균	치수 평균
전체	17	184	10.8	7.6	1.3	1.9	7.0	5.9	3.8
한강 유역	7	84	12	8.4	1.6	2.0	7.3	5.7	4.4
금강 유역	8	83	10.4	7.8	1.1	1.5	6.5	5.4	4.0
낙동강 유역	9	97	10.8	8.0	1.2	1.6	7.4	5.6	3.4
영산강,섬진강 유역	5	50	10	7.6	1.2	1.2	6.2	6	3.2

주1) 각 유역별 지자체 수는 타 유역과 중복 해당되는 지자체 수를 포함함

부문별 평균을 비교하면 이수 부문을 담당하고 있는 조직이 가장 많고 다음 물환경 부문, 치수 부문 순으로 나타났다. 유역별 평균을 비교하였을 때, 해당 광역자치단체 물관리 행정조직은 한강유역이 가장 많고 영산강·섬진강 유역이 가장 적은 것을 알 수 있다. 또한 한강, 금강, 낙동강 유역의 경우 이수 부문 담당조직이 가장 많은 반면, 영산강·섬진강 유역은 이수와 물환경 부문의 담당조직 규모가 비슷한 것으로 나타났다. 또한 광역자치단체별로 보았을 때 인천, 세종, 전북, 전남의 경우, 이수 담당조직과 물환경 담당조직의 수가 비슷한 수준으로 나타났으나, 광주, 대전, 경기의 경우 이수 담당조직보다 물환경 담당조직의 수가 더 많다는 점이 특징적이다.

2. 전체 및 유역별 네트워크 분석결과

1) 전체 네트워크 분석결과

우리나라 17개 광역자치단체 내 물관리를 담당하고 있는 행정조직은 총 184개로, 이수를 담당하고 있는 조직은 119개(65%), 물환경을 담당하고 있는 조직은 101개(55%), 치수를 담당하고 있는 조직은 65개(35%)로 각각 나타났다. 즉, 조직 수를 기준으로 부문별 규모를 살펴보면, 이수 부문이 가장 크고, 다음 물환경, 치수 부문 순임을 알 수 있다. 또한, 행정조직-물 정책 간 네트워크의 밀도는 0.147로, 부문별로는 물환경 부문이

0.209로 가장 높고, 다음 치수 부문 0.130, 이수 부문 0.107 순으로 나타났다.

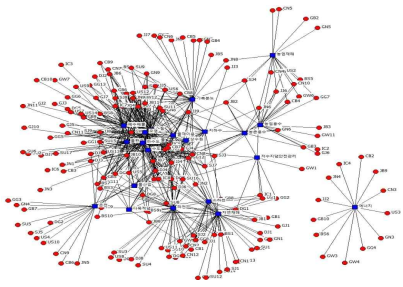
따라서 4개 유역 전체를 대상으로 하였을 때, 이수 부문은 행정조직-물 정책 네트워크의 규모가 가장 크지만 밀도는 가장 낮은 것을 알 수 있다. 이러한 결과는 이수 업무 담당조직의 수가 가장 많지만 한 조직이 담당하고 있는 물 정책 수의 평균은 가장 적은 것으로 해석할 수 있다. 한편, 행정조직과 물 정책 간 연결의 밀도는 물환경 부문이 가장 큰 것으로 나타났다. 즉, 세 개 부문 중 물환경 부문과 관련하여 한 조직 당 물관리 담당업무 수가 가장 많은 것을 알 수 있다. 치수 부문의 경우, 규모는 가장 작지만 이수 부문보다 밀도는 더 높은 것으로 나타났다. 또한 특징적인 점으로 〈그림 2〉에서 나타난 바와 같이 이수 부문에서 물 에너지 담당조직이 다목적 댐 등 다른 물관리 업무 담당조직과 분리되어 있으며, 치수 부문에서는 자연재해 담당조직과 농업재해 담당조직이 분리되어 있는 것을 확인할 수 있다.

〈표 3〉 네트워크 기초통계: 4개 유역 전체

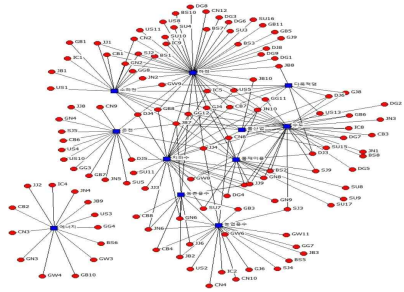
구분		통합	이수		물환경		치수	
		개수	개수	비율	개수	비율	개수	비율
규모 (연결된 노드 수)	조직	184	119	65%	101	55%	65	35%
	물 정책	22	11	50%	8	36%	3	14%
연결 수		597	217	36%	308	52%	72	12%
밀도		0.147	0.107		0.209		0.130	

주) 비율은 통합 부문 대비 각 부문별 비율을 의미하며, 조직 규모의 경우 2개 이상 부문의 물 정책을 동시에 담당하는 조직이 있어 각 부문별 비율의 총합이 100%를 초과함

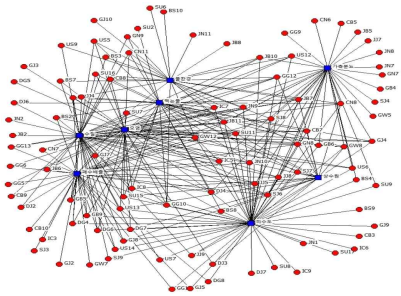
〈그림 2〉 4개 유역 전체 이원모드 네트워크(행정조직*물 정책)



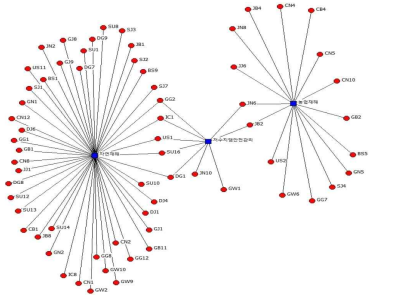
a) 통합 부문



b) 이수 부문



c) 물환경 부문



d) 치수 부문

4개 유역을 포함한 전체 네트워크에서 물 정책과 연결중심성이 높은 행정조직은 경기수자원본부·전북물환경관리과, 전남동부지역본부, 충남물관리정책과, 광주물순환정책과·대전생태하천과 등으로 나타났다(〈표 4〉 참고). 이 조직들은 전체 22개의 물 정책 중 10개 이상의 물 정책을 담당하고 있었다. 부문별로 살펴보면, 이수 부문에서는 전북물환경관리과, 경기수자원본부·제주물정책과, 광주물순환정책과·전남동부지역본부, 물환경 부문에서는 서울보건환경연구원, 강원보건환경연구원, 경기수자원본부·인천보건환경연구원·전남동부지역본부·전북물환경관리과 등의 연결중심성이 높게 나타났다. 치수 부문에서는 경기북부재난안전과·대구자연재난과·서울한강사업본부·울산재난관리과·인천자연재난과·전남농업정책과·전북농업정책과 등의 연결중심성이 높게 나타났다.[9)]

9) 치수 부문에서 2개 이상의 물관리 업무를 담당하고 있는 경우로는 첫째, 5개 조직(경기북부자연재난과, 인천자연재난과, 울산재난관리과, 서울한강사업본부, 대구자연

행정조직과 연결중심성이 높은 물 정책은 수질, 하수도, 오염·자연재해, 하천 등으로 나타났다(〈표 5〉 참고). 이러한 결과에 따르면 우리나라 광역자치단체 내 행정조직들이 물환경 부문의 정책을 가장 많이 담당하고 있음을 알 수 있다. 부문별로 살펴보면, 이수 부문에서는 하천, 수도, 지하수, 물환경 부문에서는 수질, 하수도, 오염, 치수 부문에서는 자연재해가 연결중심성이 높게 나타났다.

〈표 4〉 물관리 담당조직의 연결중심성(상위 5개): 4개 유역 전체

통합			이수			물환경			치수		
순위	행정조직	중심성	순위	행정조직	중심성	순위	행정조직	중심성	순위	행정조직	중심성
1	경기수자원본부 전북물환경관리과	0.682	1	전북물환경관리과	0.727	1	서울보건환경연구원	1.000	1	경기북부재난안전과 대구자연재난과 서울한강사업본부 울산재난관리과 인천자연재난과 전남농업정책과 전북농업정책과	0.667
3	전남동부지역본부	0.636	2	경기수자원본부 제주물정책과	0.636	2	강원보건환경연구원 경기수자원본부 인천보건환경연구원 전남동부지역본부 전북물환경관리과 전북보건환경연구원	0.875			
4	충남물관리정책과	0.545									
5	광주물순환정책과 대전생태하천과	0.500	4	광주물순환정책과 전남동부지역본부	0.545						

〈표 5〉 물 정책의 연결중심성(상위 5개): 4개 유역 전체

통합			이수			물환경			치수		
순위	정책	중심성	순위	정책	중심성	순위	정책	중심성	순위	정책	중심성
1	수질	0.304	1	하천	0.234	1	수질	0.304	1	자연재해	0.255
2	하수도	0.288	2	수도	0.163	2	하수도	0.288	2	농업재해	0.087
3	오염 자연재해	0.255	3	지하수	0.130	3	오염	0.255	3	저수지댐안전관리	0.049
			4	농업용수	0.109	4	폐수배출	0.212		-	
5	하천	0.234	5	소하천	0.103	5	가축분뇨	0.196		-	

재난과)이 자연재해와 저수지댐안전관리를 함께 담당하고 있고, 둘째, 2개 조직(전남농업정책과, 전북농업정책과)이 농업재해와 저수지댐안전관리를 함께 담당하고 있는 것으로 나타났다.

2) 유역별 네트워크 분석결과

(1) 한강 유역

한강 유역 내 물관리를 담당하고 있는 행정조직은 총 84개로, 이수를 담당하고 있는 조직은 51개(61%), 물환경을 담당하고 있는 조직은 40개(48%), 치수를 담당하고 있는 조직은 31개(37%)로 각각 나타났다. 즉, 담당조직 수를 기준으로 부문별 규모를 살펴보았을 때, 이수 부문이 가장 크고, 다음 물환경, 치수 부문 순임을 알 수 있다.

한편, 행정조직-물 정책 간 네트워크의 밀도는 전체 0.134로, 다른 유역들과 비교하였을 때 상대적으로 낮음을 알 수 있다. 이러한 결과는 한강 유역 내 물관리 행정조직들이 담당하고 있는 평균 물 정책 수가 다른 유역보다 적은 것으로 해석할 수 있다. 부문별로는 물환경(0.189)이 가장 높고 다음 치수(0.135), 이수(0.093) 부문 순으로 나타났다. 즉, 물환경 부문에서 각 행정조직이 담당하고 있는 물관리 업무가 가장 복합적인 것을 알 수 있다.

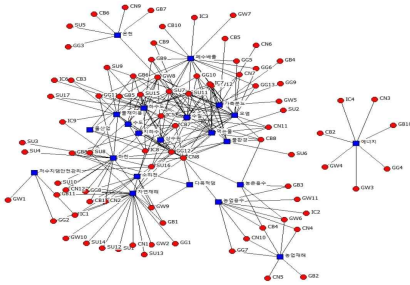
〈표 6〉 네트워크 기초통계: 한강 유역

구분		통합	이수		물환경		치수	
		개수	개수	비율	개수	비율	개수	비율
규모 (연결된 노드 수)	조직	84개	51개	61%	40개	48%	31개	37%
	물 정책	22개	11개	50%	8개	36%	3개	14%
연결 수		247개	86개	35%	127개	51%	34개	14%
밀도		0.134	0.093		0.189		0.135	

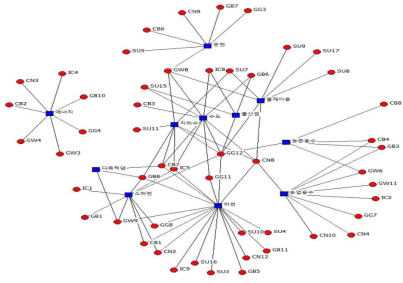
주) 비율은 통합 부문 대비 각 부문별 비율을 의미하며, 조직 규모의 경우 2개 이상 부문의 물 정책을 동시에 담당하는 조직이 있어 각 부문별 비율의 총합이 100%를 초과함

4개 유역 전체 네트워크 분석결과와 마찬가지로 한강 유역에서 조직 규모는 이수 부문이 가장 크지만 밀도는 물환경 부문이 가장 큰 것으로 나타났다. 치수 부문은 규모는 가장 작으나 이수 부문보다 밀도가 더 높은 것을 알 수 있다. 또한, 〈그림 3〉의 a, b, d에서 나타난 것과 같이 이수 부문에서 물 에너지를 담당하는 조직이 다목적 댐 등 다른 물관리 업무 담당조직과 분리되어 있으며, 치수 부문의 경우, 자연재해 및 저수지댐안전관리 담당조직과 농업재해 담당조직이 분리되어 있는 것을 알 수 있다.

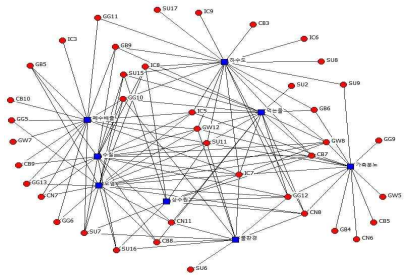
〈그림 3〉 한강 유역 이원모드 네트워크(행정조직*물 정책)



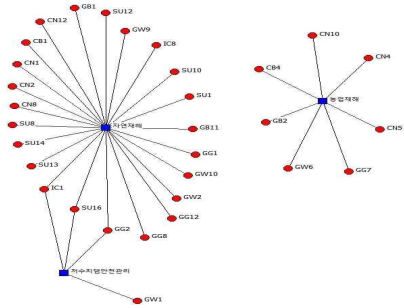
a) 통합 부문



b) 이수 부문



c) 물환경 부문



d) 치수 부문

연결중심성 분석결과는 다음과 같다. 첫째, 한강 유역에서 연결중심성이 높은 행정조직은 경기수자원본부, 충남물관리정책과, 강원수질보전과·인천수질환경과·충북수자원관리과 등으로 나타났다(〈표 7〉 참고). 부문별로 살펴보면, 이수 부문에서는 경기수자원본부, 충남물관리정책과, 강원수질보전과·경북하천과·인천수질환경과·충북수자원관리과,[10] 물환경 부문에서는 서울보건환경연구원, 강원보건보건환경연구원·경기수자원본부·인천보건환경연구원, 강원수질보전과·경기보건환경연구원·인천수질환경과·충남물관리정책과·충북수자원관리과 등의 연결중심성이 높은 것으로 나타났다. 치수 부문에서는 경기북부재난안전과·서울한강사업본부·인천

10) 강원수질보전과와 인천수질환경과는 이수와 물환경 부문의 10개 물 정책을 담당하고 있다. 강원수질보전과의 경우, 이수 부문에서 지하수, 온천, 수도, 물재이용, 물환경 부문에서 먹는물, 수질, 오염, 하수도, 가축분뇨, 상수원을 담당하고 있다. 인천수질환경과는 이수 부문에서 지하수, 하천, 소하천, 상수도, 물환경 부문에서 먹는물, 수질, 오염, 하수도, 가축분뇨, 폐수배출을 담당하고 있다.

자연재난과 등의 연결중심성이 높은 것으로 나타났다.[11)]

〈표 7〉 물관리 담당조직의 연결중심성(상위 5개): 한강 유역

통합			이수			물환경			치수		
순위	행정조직	중심성	순위	행정조직	중심성	순위	행정조직	중심성	순위	행정조직	중심성
1	경기수자원본부	0.682	1	경기수자원본부	0.636	1	서울보건환경연구원	1.000	1	경기북부재난안전과 서울한강사업본부 인천자연재난과	0.667
2	충남물관리정책과	0.545	2	충남물관리정책과	0.455	2	강원보건환경연구원 경기수자원본부 인천보건환경연구원	0.875	2	강원재난대응과 강원재난복구과 강원친환경농업과 등 총 28개	0.333
3	강원수질보전과 인천수질환경과 충북수자원관리과	0.455	3	강원수질보전과 경북하천과 인천수질환경과 충북수자원관리과	0.364	3	강원수질보전과 경기보건환경연구원 인천수질환경과 충남물관리정책과 충북수자원관리과	0.750			
4	서울보건환경연구원	0.409									

주) 치수부문에서 연결중심성 2순위에 해당하는 조직은 '강원재난대응과, 강원재난복구과, 강원친환경농업과, 강원치수과, 강원환동해특수재난대응단, 경기자연재난과, 경기친환경농업과, 경기하천과, 경기수자원본부, 경북자연재난과, 경북친환경농업과, 경북건설사업소, 서울재난대응과, 서울물재생계획과, 서울하천관리과, 서울종합방재센터, 서울소방서, 서울도시기반시설본부, 인천상수도사업본부, 충남자연재난과, 충남하천과, 충남농업정책과, 충남식량원예과, 충남물관리정책과, 충남농업기술원, 충남종합건설사업소, 충북자연재난과, 충북유기농산과'임

둘째, 한강 유역에서 연결중심성이 높은 물 정책은 자연재해, 오염, 하수도 등으로 나타났다(〈표 8〉 참고). 부문별로 살펴보면, 이수 부문에서는 하천, 수도, 소하천·농업용수, 물환경 부문에서는 오염·하수도, 수질, 치수 부문에서는 자연재해의 연결중심성이 높게 나타났다. 다른 유역과 비교하였을 때, 한강 유역은 이수·물환경·치수 부문을 포함한 통합 부문에서 자연재해 담당조직이 가장 많고 가축분뇨와 농업재해의 연결중심성이 상대적으로 높지 않다는 점이 특징적이다.

11) 경기북부재난안전과·서울한강사업본부·인천자연재난과는 자연재해와 저수지댐안전관리를 담당하고 있다.

〈표 8〉 물 정책의 연결중심성(상위 5개): 한강 유역

통합			이수			물환경			치수		
순위	정책	중심성	순위	정책	중심성	순위	정책	중심성	순위	정책	중심성
1	자연재해	0.274	1	하천	0.214	1	오염 하수도	0.238	1	자연재해	0.274
2	오염 하수도	0.238	2	수도	0.119				2	농업재해	0.083
			3	소하천 농업용수	0.107	3	수질	0.226	3	저수지댐 안전관리	0.048
4	수질	0.226	4	지하수	0.095	4	폐수배출	0.202		-	
5	하천	0.214	5	에너지 물재이용	0.083	5	먹는물	0.190		-	

(2) 금강 유역

금강 유역 내 물관리를 담당하고 있는 행정조직은 총 83개로, 이수를 담당하고 있는 조직은 52개(63%), 물환경을 담당하고 있는 조직은 43개(52%), 치수를 담당하고 있는 조직은 32(39%)개로 각각 나타났다. 즉, 담당조직 수를 기준으로 부문별 규모를 살펴보았을 때, 이수 부문이 가장 크고, 다음 물환경, 치수 부문 순임을 알 수 있다.

행정조직-물 정책 간 네트워크의 밀도는 전체 0.149로, 부문별로는 물환경(0.202) 부문이 가장 크고 다음 치수(0.137), 이수(0.114) 부문 순으로 나타났다. 즉, 3개 부문 중 물환경 부문과 관련하여 한 조직 당 담당 물정책의 수가 가장 많은 것을 알 수 있다.

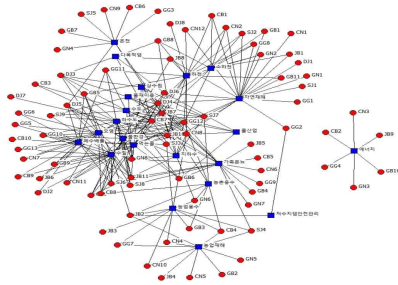
이러한 결과에 따르면 앞서 살펴 본 한강 유역과 같이 금강 유역도 규모는 이수 부문이 가장 크지만 밀도는 물환경 부문이 가장 크고, 치수 부문의 규모가 작은 것을 알 수 있다. 따라서 금강 유역의 경우에도 이수 부문을 담당하는 조직이 가장 많지만 한 조직 당 담당하고 있는 물 정책의 수는 물환경 부문이 가장 많음을 알 수 있다. 또한, 〈그림 4〉의 a, b, d에서 나타난 바와 같이 이수 부문에서 물 에너지 담당조직이 다목적 댐 등 다른 물관리 업무 담당조직과 분리되어 있으며, 치수 부문에서 자연재해 담당조직과 농업재해 담당조직이 분리되어 있는 것을 확인할 수 있다.

〈표 9〉 네트워크 기초통계: 금강 유역

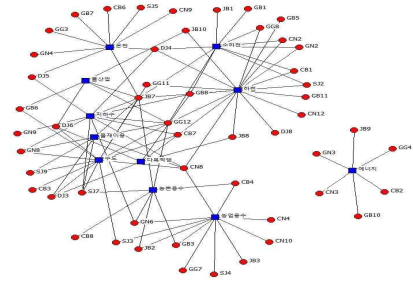
구분		통합	이수		물환경		치수	
		개수	개수	비율	개수	비율	개수	비율
규모 (연결된 노드 수)	조직	83개	52개	63%	43개	52%	32개	39%
	물 정책	22개	11개	50%	8개	36%	3개	14%
연결 수		272개	104개	38%	134개	49%	34개	13%
밀도		0.149	0.114		0.202		0.137	

주) 비율은 통합 부문 대비 각 부문별 비율을 의미하며, 조직 규모의 경우 2개 이상 부문의 물 정책을 동시에 담당하는 조직이 있어 각 부문별 비율의 총합이 100%를 초과함

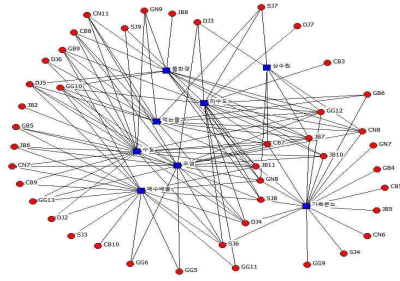
〈그림 4〉 금강 유역 이원모드 네트워크(행정조직*물 정책)



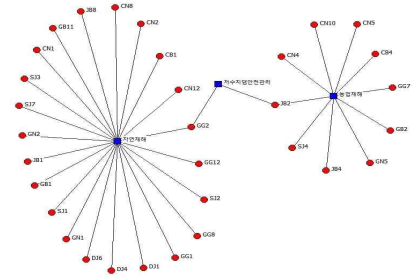
a) 통합 부문



b) 이수 부문



c) 물환경 부문



d) 치수 부문

연결중심성 분석결과는 다음과 같다. 첫째, 금강 유역에서 연결중심성이 높은 행정조직은 경기수자원본부·전북물환경관리과,[12] 충남물관리정책과, 대전생태하천과 등으로 나타났다(〈표 10〉 참고). 부문별로 살펴보

12) 경기수자원본부와 전북물환경관리과의 경우 총 22개의 물 정책 중 15개의 물 정책을 담당하고 있다.

면, 이수 부문에서는 전북물환경관리과, 경기수자원본부, 충남물관리정책과 등의 연결중심성이 높게 나타났다. 물환경 부문에서는 경기수자원본부·전북물환경관리과·전북보건환경연구원, 경기보건환경연구원·경남수질관리과·대전생태하천과·충남물관리정책과·충북수자원관리과, 치수 부문에서는 경기북부재난안전과, 전북농업정책과 등의 연결중심성이 높게 나타났다.[13)]

둘째, 금강 유역에서 연결중심성이 높은 물 정책은 수질, 자연재해, 오염 등으로 나타났다(〈표 11〉 참고). 부문별로 살펴보면, 이수 부문에서는 하천, 수도, 지하수·소하천·농업용수의 연결중심성이 높게 나타났으며, 물환경 부문에서는 수질, 오염, 하수도·폐수배출, 치수 부문에서는 자연재해의 연결중심성이 높게 나타났다.

〈표 10〉 물관리 행정조직의 연결중심성(상위 5개): 금강 유역

부문			이수			물환경			치수		
순위	행정조직	중심성	순위	행정조직	중심성	순위	행정조직	중심성	순위	행정조직	중심성
1	경기수자원본부 전북물환경관리과	0.682	1	전북물환경관리과	0.727	1	경기수자원본부 전북물환경관리과 전북보건환경연구원	0.875	1	경기북부재난안전과 전북농업정책과	0.667
2	충남물관리정책과	0.545	2	경기수자원본부	0.636	2	경기보건환경연구원 경남수질관리과 대전생태하천과 충남물관리정책과 충북수자원관리과	0.750	2	경기자연재난과 경기친환경농업과 경기하천과 경기수자원본부 등 총 30개	0.333
3	대전생태하천과	0.500	3	충남물관리정책과	0.455						
4	충북수자원관리과	0.455	4	경북하천과 대전생태하천과 세종상하수도과 충북수자원관리과	0.364						

주) 치수 부문에서 연결중심성 2순위에 해당하는 조직은 '경기자연재난과, 경기친환경농업과, 경기하천과, 경기수자원본부, 경남자연재난과, 경남하천안전과, 경남농업정책과, 경북자연재난과, 경북친환경농업과, 경북건설사업소, 대전재난관리과, 대전생태하천과, 대전상수도사업본부, 세종재난관리과, 세종치수방재과, 세종산업입지과, 세종농업축산과, 세종상하수도과, 전북자연재난과, 전북농산유통과, 전북공항하천과, 충남자연재난과, 충남하천과, 충남농업정책과, 충남식량원예과, 충남물관리정책과, 충남농업기술원, 충남종합건설사업소, 충북자연재난과, 충북유기농산과'임

13) 경기북부재난안전과는 자연재해와 저수지댐안전관리, 전북농업정책과는 농업재해와 저수지댐안전관리를 담당하고 있다.

〈표 11〉 물 정책의 연결중심성(상위 5개): 금강 유역

부문			이수			물환경			치수		
순위	정책	중심성	순위	정책	중심성	순위	정책	중심성	순위	정책	중심성
1	수질	0.277	1	하천	0.217	1	수질	0.277	1	자연재해	0.265
2	자연재해	0.265	2	수도	0.157	2	오염	0.241	2	농업재해	0.120
3	오염	0.241	3	지하수 소하천 농업용수	0.133	3	하수도 폐수배출	0.229	3	저수지댐 안전관리	0.024
4	하수도 폐수배출	0.229								-	
						5	가축분뇨	0.217		-	

(3) 낙동강 유역

낙동강 유역 내 물관리를 담당하고 있는 행정조직은 총 97개로, 이수를 담당하고 있는 조직은 67개(69%), 물환경을 담당하고 있는 조직은 50개(52%), 치수를 담당하고 있는 조직은 31개(32%)로 나타났다. 담당조직 수를 기준으로 부문별 규모를 살펴보았을 때, 이수 부문이 가장 크고, 다음 물환경, 치수 부문 순임을 알 수 있다. 행정조직-물 정책 네트워크의 밀도는 전체 0.141로, 부문별로는 물환경(0.193) 부문이 가장 크고 다음 치수(0.120), 이수(0.108) 부문 순으로 나타났다.

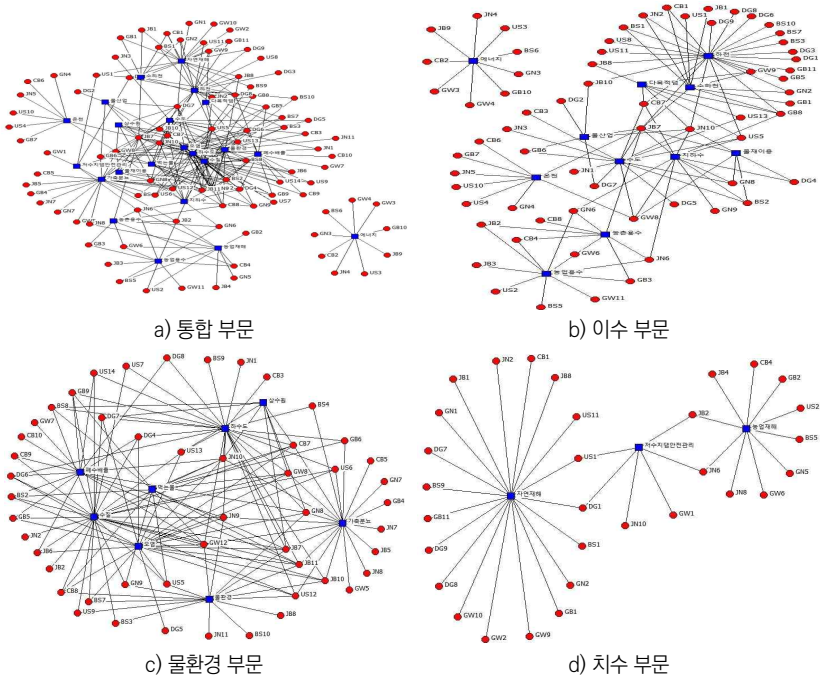
앞서 살펴 본 유역들과 같이 낙동강 유역의 경우에도 규모는 이수 부문이 가장 크지만, 밀도는 물환경 부문이 가장 크고, 치수 부문은 규모가 가장 작은 것으로 나타났다. 따라서 낙동강 유역도 세 개 부문 중 이수 부문 물 정책을 담당하는 조직이 가장 많고, 물환경 부문과 관련하여 한 조직당 담당 물 정책의 수가 가장 많은 것을 알 수 있다. 또한, 〈그림 5〉의 a, b, d에서 나타난 바와 같이 이수 부문에서는 물 에너지 담당조직은 다른 물관리 업무 담당조직들과 분리되어 있으며, 치수 부문에서는 자연재해 담당조직과 농업재해 담당조직이 분리되어 있는 것을 확인할 수 있다.

〈표 12〉 네트워크 기초통계: 낙동강 유역

구분		통합	이수		물환경		치수	
		개수	개수	비율	개수	비율	개수	비율
규모 (연결된 노드 수)	조직	97개	67개	69%	50개	52%	31개	32%
	물 정책	22개	11개	50%	8개	36%	3개	14%
연결 수		300개	115개	38%	150개	50%	35개	12%
밀도		0.141	0.108		0.193		0.120	

주) 비율은 통합 부문 대비 각 부문별 비율을 의미하며, 조직 규모의 경우 2개 이상 부문의 물 정책을 동시에 담당하는 조직이 있어 각 부문별 비율의 총합이 100%를 초과함

〈그림 5〉 낙동강 유역 이원모드 네트워크(행정조직*물 정책)



a) 통합 부문 b) 이수 부문

c) 물환경 부문 d) 치수 부문

연결중심성 분석결과는 다음과 같다. 첫째, 낙동강 유역에서 연결중심성이 높은 행정조직은 전북물환경관리과, 전남동부지역본부, 강원수질보전과·충북수자원관리과 등으로 나타났다(〈표 13〉 참고). 부문별로 살펴보면, 이수 부문에서는 전북물환경관리과, 전남동부지역본부, 강원수질보전과·경

북하천과·울산환경생태과·충북수자원관리과 등의 연결중심성이 높게 나타났다. 물환경 부문에서는 강원보건환경연구원·전남동부지역본부·전북물환경관리과·전북보건환경연구원, 강원수질보전과·경남수질관리과·전남보건환경연구원·충북수자원관리과, 울산보건환경연구원·전북새만금수질개선과 등의 연결중심성이 높은 것으로 나타났으며, 치수 부문에서는 대구자연재난과·울산재난관리과·전남농업정책과·전북농업정책과 등의 연결중심성이 높은 것으로 나타났다.[14)]

둘째, 낙동강 유역에서 연결중심성이 높은 물 정책은 수질, 하수도, 하천 등으로 나타났다(〈표 14〉 참고). 부문별로 살펴보면, 이수 부문에서는 하천, 수도, 지하수, 물환경 부문에서는 수질, 하수도, 오염, 치수 부문에서는 자연재해의 연결중심성이 높은 것으로 나타났다. 다른 유역과 비교하였을 때 낙동강 유역은 통합 부문에서 하천의 연결중심성이 높은 편으로 유역 내 하천을 담당하고 있는 행정조직의 수가 상대적으로 많은 것으로 해석된다.

〈표 13〉 물관리 담당조직의 연결중심성(상위 5개): 낙동강 유역

통합			이수			물환경			치수		
순위	행정조직	중심성	순위	행정조직	중심성	순위	행정조직	중심성	순위	행정조직	중심성
1	전북물환경관리과	0.682	1	전북물환경관리과	0.727	1	강원보건환경연구원 전남동부지역본부 전북물환경관리과 전북보건환경연구원	0.875	1	대구자연재난과 울산재난관리과 전남농업정책과 전북농업정책과	0.667
2	전남동부지역본부	0.636	2	전남동부지역본부	0.545	2	강원수질보전과 경남수질관리과 전남보건환경연구원 충북수자원관리과	0.750	2	강원재난대응과 강원재난복구과 강원친환경농업과 강원치수과 등 총 27개	0.333
3	강원수질보전과 충북수자원관리과	0.455	3	강원수질보전과 경북하천과 울산환경생태과 충북수자원관리과	0.364						
4	경남수질관리과	0.409									

주) 치수 부문에서 연결중심성 2순위에 해당하는 조직은 '강원재난대응과, 강원재난복구과, 강원친환경농업과, 강원치수과, 강원환동해특수재난대응단, 경남자연재난과, 경남하천안전과, 경남농업정책과, 경북자연재난과, 경북친환경농업과, 경북건설사업소, 대구상수도사업본부, 대구건설본부, 대구시설안전관리사업소, 부산재난대응과, 부산농축산유통과, 부산건설본부, 울산농축산과, 울산건설도로과, 전남자연재난과, 전남기술보급과, 전남동부지역본부, 전북자연재난과, 전북농산유통과, 전북공항하천과, 충북자연재난과, 충북유기농산과'임

14) 대구자연재난과와 울산재난관리과는 자연재해와 저수지댐안전관리, 전남농업정책과와 전북농업정책과는 농업재해와 저수지댐안전관리를 담당하고 있다.

〈표 14〉 물 정책의 연결중심성(상위 5개): 낙동강 유역

통합			이수			물환경			치수		
순위	정책	중심성	순위	정책	중심성	순위	정책	중심성	순위	정책	중심성
1	수질	0.309	1	하천	0.247	1	수질	0.309	1	자연재해	0.196
2	하수도	0.258	2	수도	0.155	2	하수도	0.258	2	농업재해	0.103
3	하천	0.247	3	지하수	0.124	3	오염	0.227	3	저수지댐 안전관리	0.062
4	오염	0.227	4	소하천 농업용수	0.103	4	가축분뇨	0.206		-	
5	가축분뇨	0.206	5	에너지	0.093	5	물환경	0.165		-	

(4) 영산강·섬진강 유역

영산강·섬진강 유역 내 물관리를 담당하고 있는 행정조직은 총 50개로, 이수를 담당하고 있는 조직은 31개(62%), 물환경을 담당하고 있는 조직은 30개(60%), 치수를 담당하고 있는 조직은 16개(32%)로 각각 나타났다. 즉, 영산강·섬진강 유역은 담당조직 수를 기준으로 부문별 규모가 이수, 물환경, 치수 부문 순으로 나타났으며, 다른 유역과 다르게 이수 부문과 물환경 부문을 담당하고 있는 조직 규모가 비슷한 수준임을 알 수 있다.

〈표 15〉 네트워크 기초통계: 영산강·섬진강 유역

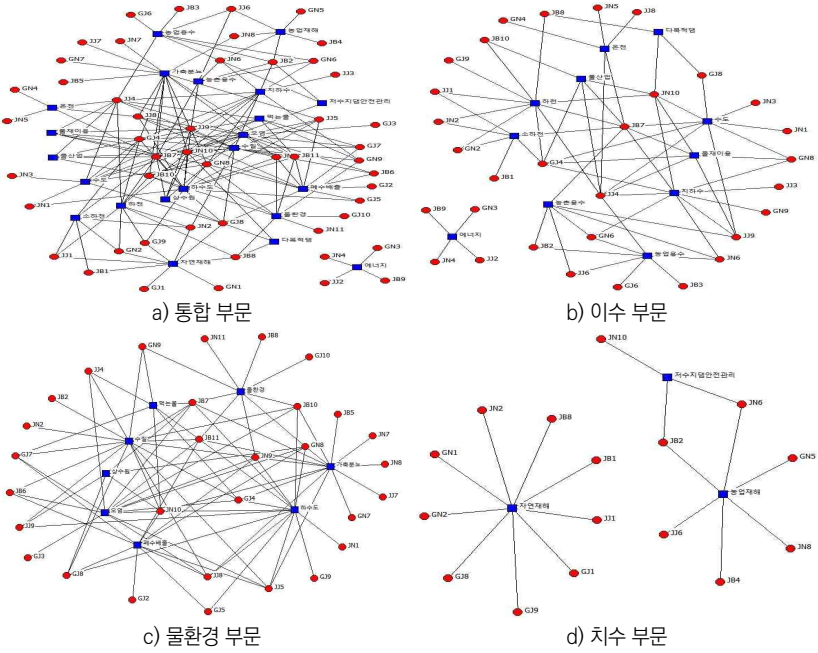
구분		통합	이수		물환경		치수	
		개수	개수	비율	개수	비율	개수	비율
규모 (연결된 노드 수)	조직	50개	31개	62%	30개	60%	16개	32%
	물 정책	22개	11개	50%	8개	36%	3개	14%
연결 수		178개	71개	40%	89개	50%	18개	10%
밀도		0.162	0.129		0.222		0.120	

주) 비율은 통합 부문 대비 각 부문별 비율을 의미하며, 조직 규모의 경우 2개 이상 부문의 물 정책을 동시에 담당하는 조직이 있어 각 부문별 비율의 총합이 100%를 초과함

한편, 행정조직-물 정책 간 네트워크의 밀도는 전체 0.162로, 부문별로는 물환경(0.222) 부문이 가장 크고 다음 이수(0.129), 치수(0.120) 부문 순으로 나타났다. 영산강·섬진강 유역도 각 행정조직이 담당하고 있는 물관리 업무가 세 개 부문 중 물환경 부문에 가장 많이 해당됨을 알 수 있다.

또한, 〈그림 6〉의 a, b, d에서 나타난 바와 같이 이수 부문에서 물 에너지 담당조직이 다른 물관리 업무 담당조직과 분리되어 있으며, 치수 부문에서는 자연재해 및 저수지댐안전관리 담당조직과 농업재해 담당조직이 분리되어 있는 것을 확인할 수 있다.

〈그림 6〉 영산강·섬진강 유역 이원모드 네트워크(행정조직*물 정책)



연결중심성 분석결과는 다음과 같다. 첫째, 영산강·섬진강 유역에서 연결중심성이 높은 행정조직은 전북물환경관리과, 전남동부지역본부, 광주물순환정책과 등으로 나타났다(〈표 16〉 참고). 부문별로 살펴보면, 이수 부문에서는 전북물환경관리과, 제주물정책과, 광주물순환정책과·전남동부지역본부, 물환경 부문에서는 전남동부지역본부·전북물환경관리과·전북보건환경연구원, 경남수질관리과·전남보건환경연구원, 광주물순환정책과·전북새만금수질개선과·제주생활환경과·제주보건환경연구원 등의 연결중심성이 높게 나타났다. 치수 부문에서는 전남농업정책과·전북농업정

책과 등의 연결중심성이 높게 나타났다.[15]

〈표 16〉 물관리 행정조직의 연결중심성(상위 5개): 영산강·섬진강 유역

통합			이수			물환경			치수		
순위	행정조직	중심성	순위	행정조직	중심성	순위	행정조직	중심성	순위	행정조직	중심성
1	전북물환경관리과	0.682	1	전북물환경관리과	0.727	1	전남동부지역본부 전북물환경관리과 전북보건환경연구원	0.875	1	전남농업정책과 전북농업정책과	0.667
2	전남동부지역본부	0.636	2	제주물정책과	0.636	2	경남수질관리과 전남보건환경연구원	0.750	2	경남자연재난과 경남하천안전과 경남농업정책과 등 총 14개	0.333
3	광주물순환정책과	0.500	3	광주물순환정책과 전남동부지역본부	0.545	3	광주물순환정책과 전북새만금수질개선과 제주생활환경과 제주보건환경연구원	0.625			
4	제주물정책과	0.455									
5	경남수질관리과	0.409	4	제주상하수도본부	0.364						

주) 치수 부문에서 연결중심성 2순위에 해당하는 조직은 '경남자연재난과, 경남하천안전과, 경남농업정책과, 광주자연재난과, 광주상수도사업본부, 광주종합건설본부, 전남자연재난과, 전남기술보급과, 전남동부지역본부, 전북자연재난과, 전북농산유통과, 전북공항하천과, 제주 재난대응과, 제주친환경농업정책과'임

둘째, 영산강·섬진강 유역에서 연결중심성이 높은 물 정책은 수질, 하수도·가축분뇨, 오염 등으로 나타났다(〈표 17〉 참고). 부문별로 살펴보면, 이수 부문에서는 지하수·하천, 수도, 농업용수, 물환경 부문에서는 수질, 하수도·가축분뇨, 오염, 치수 부문은 자연재해, 농업재해의 연결중심성이 높게 나타났다. 이에 따르면 영산강·섬진강 유역의 경우, 물환경 부문에 해당하는 물 정책(특히, 가축분뇨)의 연결중심성이 가장 높고, 이수 부문에서 지하수와 농업용수가 타 유역에 비해 연결중심성이 높은 편이며, 통합 부문과 물환경 부문에서 가축분뇨의 연결중심성이 높다는 점이 특징적이다.

15) 전남농업정책과와 전북농업정책과는 농업재해와 저수지댐안전관리를 담당하고 있다.

〈표 17〉 물 정책의 연결중심성(상위 5개): 영산강·섬진강 유역

통합			이수			물환경			치수		
순위	정책	중심성	순위	정책	중심성	순위	정책	중심성	순위	정책	중심성
1	수질	0.320	1	지하수 하천	0.200	1	수질	0.320	1	자연재해	0.180
2	하수도 가축분뇨	0.280	2	수도	0.180	2	하수도 가축분뇨	0.280	2	농업재해	0.120
3	오염	0.260	3	농업용수	0.140	3	오염	0.260	3	저수지댐 안전관리	0.060
4	폐수배출 지하수 하천	0.220	4	소하천 농촌용수 물재이용	0.120	4	폐수배출	0.220		-	

3. 분석결과 종합

본 연구의 분석결과를 종합하면 다음과 같다. 첫째, 4개 유역의 행정조직-물 정책 간 연결구조가 유사함을 발견할 수 있었다. 유역별 구조적 특징으로 규모와 밀도, 연결형태 등을 분석한 결과 대체로 유사하였으며 세부 특징에서 다소 차이가 있었다. 각 유역별 지자체의 평균 물관리 행정조직 수는 한강 유역(12), 낙동강 유역(10.8), 금강 유역(10.4), 영산강·섬진강 유역(10) 순으로 나타났다. 규모의 경우, 유역별 전체 물관리 담당 행정조직 수를 기준으로 보았을 때 낙동강 유역(97)이 가장 크고, 한강(84)과 금강(84)은 비슷한 수준이었으며, 영산강·섬진강 유역(50)이 가장 작은 것을 확인하였다. 밀도의 경우, 영산강·섬진강 유역(0.162)이 가장 크고 다음 금강(0.149), 낙동강(0.141), 한강(0.134) 유역 순으로 나타났다. 또한, 4개 유역의 행정조직-물 정책 간 연결구조의 형태는 매우 유사한 것으로 나타났다(〈그림 3〉, 〈그림 4〉, 〈그림 5〉, 〈그림 6〉 참고).

둘째, 이수·물환경·치수 부문별 행정조직-물 정책 간 연결구조의 특징을 확인할 수 있었다. 먼저 이수 부문의 경우, 규모가 가장 크고 물 에너지 담당조직이 다목적 댐 등 다른 이수 업무 담당조직과 분리되어 있는 것으로 나타났다. 물환경 부문의 경우 밀도가 높은 것으로 나타나 한 개 조직이 담당하고 있는 물관리 업무가 물환경과 관련하여 가장 많음을 알 수

있었다. 치수 부문의 경우, 규모가 가장 작고 연결구조가 단순한 형태이며 자연재해 담당조직과 농업재해 담당조직이 분리되어 있었다. 또한 저수지 댐안전관리 담당조직들은 소수로 자연재해 또는 농업재해 업무를 수행하는 조직이 저수지댐안전관리를 함께 담당하고 있었다.[16]

셋째, 전체 및 유역별로 연결중심성이 높은 행정조직과 물 정책을 파악할 수 있었다. 먼저, 여러 물 정책을 담당하고 있는 행정조직의 경우(〈표 18〉 참고) 4개 유역 전체를 대상으로 하였을 때 통합 부문은 경기수자원본부·전북물환경관리과, 이수 부문은 전북물환경관리과, 물환경 부문은 서울보건환경연구원, 치수 부문은 경기북부재난안전과·대구자연재난과·서울한강사업본부·울산재난관리과·인천자연재난과·전남농업정책과·전북농업정책과 등으로 각각 나타났다.[17]

유역별로 연결중심성이 높은 행정조직을 살펴보면 다음과 같다. 먼저, 한강 유역에서 통합 부문의 경우 경기수자원본부, 이수 부문은 경기수자원본부, 물환경 부문은 서울보건환경연구원, 치수 부문은 경기북부재난안전과·서울한강사업본부·인천자연재난과 등이 해당된다. 금강 유역에서는 통합 부문의 경우 경기수자원본부·전북물환경관리과, 이수 부문은 전북물환경관리과, 물환경 부문은 경기수자원본부·전북물환경관리과·전북보건환경연구원, 치수 부문은 경기북부재난안전과·전북농업정책과 등이 해당된다. 낙동강 유역에서 통합 부문의 경우 전북물환경관리과, 이수 부문은 전북물환경관리과, 물환경 부문은 강원보건환경연구원·전남동부지역본부·전북물환경관리과·전북보건환경연구원, 치수 부문은 대구자연재난과·울산재난관리과·전남농업정책과·전북농업정책과 등이 해당된다. 영

16) 대도시 지역의 경우 자연재난과, 농촌 지역의 경우 농업정책과에서 치수 부문의 2개 물 정책을 담당하고 있는 것을 확인하였다. 이러한 조직들은 치수 부문에서 연결중심성이 높게 나타났다.

17) 본 연구에서는 현재까지 발전된 이원모드 네트워크 분석방법에 따라 노드 간 연결의 유무를 이진법으로 측정하고 연결의 강도를 반영하지 않았다. 따라서 4개 유역 전체를 대상으로 한 네트워크 분석결과에서 각 지자체가 해당되는 유역의 수에 따라 행정조직의 연결정도가 중복 측정되지 않았으며 해당 유역의 수가 연결중심성 분석결과에 영향을 미치지 않았다는 점을 유의해야 한다.

산강·섬진강 유역은 통합 부문의 경우 전북물환경관리과, 이수 부문은 전북물환경관리과, 물환경 부문은 전남동부지역본부·전북물환경관리과·전북보건환경연구원, 치수 부문은 전남농업정책과·전북농업정책과 등이 해당된다. 특히, 경기수자원본부와 전북물환경관리과는 가장 다양한 물 정책기능을 담당하고 있어 〈표 18〉의 분석결과와 같이 연결중심성이 가장 높게 나타났으며 2개 이상의 유역에 해당되었다. 경기수자원본부의 경우, 이수, 물환경, 치수 부문에 해당하는 15개의 물 정책을 담당하고 있고, 전북물환경관리과의 경우, 이수 및 물환경 부문에 해당하는 15개의 물 정책을 담당하고 있음을 확인하였다.

〈표 18〉 연결중심성이 가장 높은 행정조직: 전체 및 유역별

구분	통합	이수	물환경	치수
4개 유역 전체	경기수자원본부· 전북물환경관리과	전북물환경관리과	서울보건환경연구원	경기북부재난안전과· 대구자연재난과· 서울한강사업본부· 울산재난관리과· 인천자연재난과· 전남농업정책과· 전북농업정책과
한강 유역	경기수자원본부	경기수자원본부	서울보건환경연구원	경기북부재난안전과· 서울한강사업본부· 인천자연재난과
금강 유역	경기수자원본부· 전북물환경관리과	전북물환경관리과	경기수자원본부· 전북물환경관리과· 전북보건환경연구원	경기북부재난안전과· 전북농업정책과
낙동강 유역	전북물환경관리과	전북물환경관리과	강원보건환경연구원· 전남동부지역본부· 전북물환경관리과· 전북보건환경연구원	대구자연재난과· 울산재난관리과· 전남농업정책과· 전북농업정책과
영산강·섬진강 유역	전북물환경관리과	전북물환경관리과	전남동부지역본부· 전북물환경관리과· 전북보건환경연구원	전남농업정책과· 전북농업정책과

다음 여러 행정조직이 연결된 물 정책의 경우(〈표 19〉 참고), 4개 유역 전체를 대상으로 하였을 때 통합 부문은 수질, 이수 부문은 하천, 물환경 부문은 수질, 치수 부문은 자연재해로 나타났다. 유역별로 살펴보면, 한강

유역의 경우, 통합 부문은 자연재해, 이수 부문은 하천, 물환경 부문은 오염·하수도, 치수 부문은 자연재해로 나타났다. 금강 유역의 경우, 통합 부문은 수질, 이수 부문은 하천, 물환경 부문은 수질, 치수 부문은 자연재해로 나타났다. 낙동강 유역의 경우, 통합 부문은 수질, 이수 부문은 하천, 물환경 부문은 수질, 치수 부문은 자연재해로 나타났다. 영산강·섬진강 유역의 경우, 통합 부문은 수질, 이수 부문은 지하수·하천, 물환경 부문은 수질, 치수 부문은 자연재해로 나타났다.

이처럼 수질, 하천, 자연재해의 연결중심성이 가장 높게 나타났으며, 한강 유역과 영산강·섬진강 유역에서 특징적인 점도 확인할 수 있었다. 통합 부문에서 금강, 낙동강, 영산강·섬진강 유역은 수질의 연결중심성이 가장 높게 나타난 반면, 한강 유역은 자연재해의 연결중심성이 가장 높게 나타났다.[18] 다른 유역과 다르게 한강 유역은 물환경 부문에서 오염·하수도가 연결중심성이 가장 높게 나타났으며, 영산강·섬진강 유역은 이수 부문에서 하천뿐만 아니라 지하수의 연결중심성이 높게 나타난 점도 특징적이었다.

〈표 19〉 연결중심성이 가장 높은 물 정책: 전체 및 유역별

구분	통합	이수	물환경	치수
4개 유역 전체	수질	하천	수질	자연재해
한강 유역	자연재해	하천	오염·하수도	자연재해
금강 유역	수질	하천	수질	자연재해
낙동강 유역	수질	하천	수질	자연재해
영산강·섬진강 유역	수질	지하수·하천	수질	자연재해

18) 금강 유역은 8개 광역자치단체 내 총 83개 물관리 담당 행정조직 중 23개(28%), 낙동강 유역은 9개 광역자치단체 내 97개 물관리 담당 행정조직 중 30개(31%), 영산강·섬진강 유역은 5개 광역자치단체 내 총 50개 물관리 담당 행정조직 중 16개(32%) 조직이 수질을 담당하고 있는 것을 확인하였다. 또한, 한강 유역의 경우, 7개 광역자치단체 내 총 84개 물관리 담당 행정조직 중 23개 조직(27%)이 자연재해를 담당하고 있었다. 한강 유역은 자연재해의 연결중심성이 농업재해 또는 저수지댐안전관리의 연결중심성과 격차가 큰 반면, 다른 3개 유역은 자연재해와 농업재해의 연결중심성 간 격차가 상대적으로 작았으며, 한강 유역보다 다른 3개 유역에서 농업재해 담당조직의 비율이 더욱 높게 나타났다.

Ⅴ. 결론

본 연구는 이원모드 네트워크 분석을 활용하여 4개 유역 내 광역자치단체 물관리 행정조직과 이들이 담당하고 있는 물 정책 간 연계성을 양적으로 시각적으로 실증 분석하였다. 본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다. 첫째, 전체 및 4개 유역별 광역자치단체 물관리 담당 행정조직의 현황을 파악하고 행정조직-물 정책 연결구조의 특징을 발견할 수 있었다. 광역자치단체들은 평균적으로 약 10개의 행정조직이 물관리 업무를 담당하고 있었다. 또한, 4개 유역의 행정조직-물 정책 연결구조의 밀도와 형태는 유사하였으며 세부적인 특징에는 다소 차이가 있었다.

둘째, 이수·물환경·치수 부문별로 광역자치단체 물관리 행정조직과 물 정책의 연결구조를 비교 분석하여 각 부문별 특징을 확인할 수 있었다. 조직 수를 기준으로 보았을 때 이수 부문의 규모가 가장 큰 반면, 물환경 부문의 경우 밀도가 가장 높아 한 조직 당 담당 물 정책 수가 가장 많은 것으로 나타났다. 치수 부문은 규모가 가장 작고 자연재해와 농업재해가 분리된 구조적 특징을 보였다.

셋째, 전체 및 유역별 물관리 행정체계에서 연결중심성이 높은 조직과 물 정책을 파악할 수 있었다. 이수 부문의 경우 각 지역 내 하천, 수도, 수자원 등을 담당하는 조직, 물환경 부문의 경우 각 지역의 보건환경연구원, 치수 부문의 경우 각 지역 자연재난과 또는 농업정책과 등이 연결중심성이 높게 나타났다. 특히, 연결중심성이 가장 높은 경기수자원본부와 전북물환경관리과는 가장 다양한 물 정책기능을 담당하고 있었으며, 2개 이상의 유역에 해당되기도 하였다. 또한, 물 정책의 경우 수질, 하천, 자연재해 등을 가장 많은 조직이 담당하고 있는 것으로 나타났으며 한강 및 영산강·섬진강 유역의 특징도 발견할 수 있었다.

이러한 연구결과를 토대로 향후 유역 내 물관리의 일관성, 효과성과 효율성 제고를 위한 정책방안을 제시하면 다음과 같다. 첫째, 유역 내 물관리 행정조직 간 업무관계에 주의가 필요하다. 현재 4개 유역 모두 이수

부문에서 물 에너지와 다목적 댐, 치수 부문에서 자연재해와 농업재해의 담당조직이 분리되어 있는 것을 확인하였다.[19] 이처럼 상호 관련이 깊은 물 정책을 상이한 조직에서 담당하고 있는 경우 통합 관리의 측면에서 업무 협의 및 조정에 더욱 주의를 기울여야 한다. 둘째, 유역 내 물관리 행정조직의 역할에 대한 심층 진단과 관리가 필요하다. 경기수자원본부, 전북물환경관리과 등과 같이 연결중심성이 높은 행정조직은 다양한 종류의 물 정책을 복합적으로 담당하고 있었으며 대부분 복수의 유역에 해당되었다. 실제 유역 물관리에 이러한 조직들이 어떠한 영향을 미치고 있는지 이들의 물관리 역할이 적정한지 파악할 필요가 있다. 셋째, 현재 유역별로 가장 많은 행정조직이 담당하고 있는 물 정책이 수질, 하천, 자연재해 등으로 유사하게 나타나고 있어 이러한 업무구조가 유역 환경적 특성을 적절히 반영하고 있는지에 대한 고려가 필요하다. 또한, 유역 내 많은 행정조직이 담당하고 있는 물 정책과 관련하여 현재와 같은 다원화된 구조가 유역관리 측면에서 적절한지 어떠한 구조적 형태가 적합한지에 대한 논의가 이뤄져야 한다.[20]

본 연구는 양적 연구방법인 네트워크 분석을 활용하여 17개 광역자치단체 내 184개 물관리 담당 행정조직과 22개 물 정책의 연계성을 유역별 부문별로 살펴보았다. 이와 같은 총체적인 관점의 연구도 필요하지만, 유역별 특성을 반영한 정책문제 해결과 조직 재설계를 위해서는 향후 각 유역을 대상으로 한 개별 사례연구가 이뤄질 필요가 있다. 또한, 탐색적 접근을 통해 유역별 지자체 물관리 구조의 전체 지형 및 특징을 그려낸 본 연구에 이어 후속연구에서는 이러한 물관리 구조의 영향요인과 효과성을

19) 조직론적 관점에서 봤을 때 수평적인 관계를 가진 또는 지역적으로 분산된 하위조직의 수가 많은 것은 수평적 복잡성(horizontal complexity) 또는 지역적 복잡성(spatial complexity)이 높은 것으로 조정(coordination) 및 통제(control)에서 어려움이 발생할 수 있다(Tolbert and Hall, 2009, pp.27-31).

20) 예컨대 한강 유역의 자연재해 또는 금강, 낙동강, 영산강·섬진강 유역의 수질 등과 같이 동일한 물 정책을 여러 행정조직이 담당하고 있는 경우, 지자체 내·지자체 간 해당 행정조직들을 대상으로 기능·구조·관계적 측면에서 심층적인 조직진단이 필요하다. 이를 통해 행정조직 간 세부 물관리 역할의 중복 및 복잡성 등을 분석하고 유역 관리의 효과성·효율성 제고를 위한 구체적인 개선방안을 마련할 필요가 있다.

밝히고 이를 반영한 제도 재설계 방안을 도출할 필요가 있다.

주지하는 바와 같이 유역 내 지자체 간 협력과 공동의 목표달성을 위해서는 네트워크 거버넌스(network governance)가 효과적인 정책방안으로 제시될 수 있다. 다만, 네트워크 거버넌스의 유형은 분권화 또는 집권화된 형태, 참여자 관리 또는 외부적 관리 등으로 다양하며 거버넌스의 효과성이 구조적·관계적 조건에 따라 상이하다는 점을 고려해야 한다(Provan and Kenis, 2008). 즉, 거버넌스의 제도적 적합성(institutional fit)과 기능적 효과성(functional effectiveness)에 대한 논의가 필요하며 향후 인과적 분석 또는 종단면적 분석 등을 활용한 연구가 이뤄져야 한다(Lubell et al., 2014). 이처럼 다양한 연구방법을 활용한 연구들이 계속되었을 때 더욱 풍부하고 발전적인 유역관리 방안을 제시할 수 있을 것으로 기대한다.

▮참고문헌▮

강미아, 2009, “낙동강수계 관리체계 구축방안,”『대한환경공학회지』, 31(6), pp.395-400.

강민구·이광만·고익환·정찬용, 2008, “요인분석을 이용한 수계 관리 맥락에서 유역관리 상태를 평가하기 위한 통합지수 개발,”『한국수자원학회 논문집』, 41(3), pp.277-291.

고재경·이미홍, 2010, “사회연결망 분석을 이용한 지역 환경거버넌스 특성 연구,”『한국정책학회보』, 19(1), pp.151-181.

김경민, 2007, “유역관리를 위한 거버넌스,”『대한환경공학회지』, 29(11), pp.1191-1203.

김미선·김재현·장주연·장정렬, 2013, “사회연결망분석을 이용한 새만금유역 이해관계자 네트워크 구조의 특성에 관한 연구,”『환경사회학연구 ECO』, 17(2), pp.227-274.

김보람·양원석·안종호, 2020, “지방자치단체의 협력적 물 거버넌스 구축을 위한 네트워크 분석: 제주특별자치도의 사례를 중심으로,”『한국수자원학회 논문집』, 53(9), pp.671-680, DOI: 10.3741/JKWRA.2020.53.9.671.

김보람, 2021, “중앙부처 물관리 구조에 관한 이원모드 네트워크 분석: 중앙부처-물 정책기능 간 연계성 분석과 정책적 함의,”『행정논총』, 59(1), pp.143-173.

김종원, 2000,『하천유역별 통합 물관리체계 연구』, 안양: 국토연구원.

김창수, 2018, “낙동강유역거버넌스의 격차분석,”『지방정부연구』, 22(1), pp.119-144, DOI: 10.20484/klog.22.1.6.

김철민·서소행·김태용, 2014, “사회연결망분석을 이용한 생활계 폐기물 정보 네트워크 분

석: 서울시 노원구를 사례로," 『환경정책』, 22(1), pp.113-137, DOI: 10.15301/jepa.2014.22.1.113.

김혜란·이재혁·권혁수, 2020, "Network analysis of ecosystem service valuation trends in South Korea," 『환경정책』, 28(특별호), pp.97-116, DOI: 10.15301/jepa.2020.28.S.97.

물관리기본법, 2020, 법률 제17326호.

_____, 2021, 법률 제17841호.

물관리기본법 시행령, 2019, 대통령령 제29841호.

박수혁, 2007, "유역관리 조직의 개선과 활성화를 위한 법적 고찰," 『환경법연구』, 29(2), pp.141-166.

박용성, 2004, "정책네트워크의 동태적 유형분석에 관한 연구: 한강 및 낙동강 유역정책 수립 및 입법화과정의 비교·분석을 중심으로," 『한국사회와 행정연구』, 15(3), pp.99-128.

박형준·장현주, 2009, "지방정부간 수자원서비스 협력연결망에 관한 연구: 서비스의 거래비용적 특성과 네트워크 구조변수를 중심으로," 『한국행정학보』, 43(2), pp.121-145.

배귀희·임승후, 2010, "공공갈등과 네트워크 거버넌스 구조: 한탄강댐 사례에서의 네트워크 특성과 주요 행위자들의 변화를 중심으로," 『행정논총』, 48(4), pp.107-144.

송재석, 2011, "한강유역관리의 개혁 방향: 미국 델라웨어강과 한강 유역관리 기구의 비교분석," 『한국지방자치학회보』, 23(3), pp.351-373.

_____, 2015, "국제 물관리 계획 모형에 준거한 수자원 관리의 적용: 한강유역을 중심으로," 『입법과 정책』, 7(1), pp.523-554, DOI: 10.22809/nars.2015.7.1.019.

신사철·김성준·채효석·권기량·이윤아, 2002, "공간정보를 이용한 유역 관리시스템 개발," 『한국지리정보학회지』, 5(3), pp.33-44.

안종호·한대호·서승범·양일주, 2019, 『통합물관리를 위한 유역계획의 통합 및 조정 방안 연구』, (연구보고서; 2019-10), 세종: 한국환경정책·평가연구원.

유재호·전의찬·김하나, 2020, "텍스트 네트워크 분석을 활용한 지자체별 기후변화 적응대책 세부시행계획 분석-물 관리 분야를 중심으로," 『GRI 연구논총』, 22(3), pp.261-282.

윤순진·한진이, 2011, "온실가스 배출권 거래제도 도입을 둘러싼 행위자간 정책네트워크 -사회연결망 분석을 중심으로-," 『한국정책학회보』, 20(2)』, pp.81-108.

이기영·한송희, 2019, "중소유역 거버넌스 활성화를 위한 통합물관리 사업 모델 연구," 『정책연구』, pp.1-91.

이길성·정은성·김영오, 2006, "도시 유역 관리를 위한 통합적인 접근방법," 『한국수자원학회논문집』, 39(2), pp.161-178.

이덕로·홍영식·유명관, 2017, "수자원에 관한 학제적 연구와 여론주도자의 정책적 관심분석,"

『한국정책과학학회보』, 21(4), pp.95-130, DOI: 10.31553/kpsr.2017.12.21.4.95.
이시경, 2011, "광역 수계 유역관리 제도의 개선과제: 낙동강을 중심으로," 『환경정책』, 19(2), pp.67-99.
이승호·박성제·김현정, 2008, "외국의 유역통합관리 제도에 관한 소고," 『환경법연구』, 30(1), pp.189-224.
이유현·권기헌, 2013, "배출권거래제 도입의 정책형성과정 연구 -옹호연합모형(ACF)과 사회연결망분석(SNA)를 중심으로-", 『한국정책학회보』, 22(3), pp.1-30.
정태성·강신욱·고익환·황만하, 2007, "금강유역에서의 KModSim 을 이용한 의사결정지원시스템 개발 및 적용성 검토," 『대한토목학회논문집 B』, 27(3B), pp.319-329.
조재필·김철겸, 2012, "효율적이고 지속 가능한 통합유역관리 모델링," 『한국농공학회지』, 54(1), pp.70-81.
최충익·강보영, 2014, "공간계획법과 환경관련법의 연계성에 관한 연결망 분석과 함의," 『환경정책연구』, 13(2), pp.39-63, DOI: 10.17330/joep.13.2.201406.39.
한국정책학회, 2018, 『통합물관리를 위한 지자체 행정조직 개편 가이드라인 마련 연구』, 세종: 환경부.
Berardo, R., 2014, "Bridging and bonding capital in two mode collaboration networks," *Policy Studies Journal*, 42(2), pp.197-225, DOI: 10.1111/psj.12056.
Borgatti, S. P. and M. G. Everett, 1997, "Network analysis of 2-mode data," *Social Networks*, 19(3), pp.243-269, DOI: 10.1016/S0378-8733(96)00301-2.
Borgatti, S. P., M. G. Everett, and J. C. Johnson, 2018, *Analyzing social networks*, (Second Edition), London: Sage Publications.
Borgatti, S. P. and D. Halgin, 2011, Analyzing affiliation networks, In J. Scott and P. J. Carrington (Eds.), *The sage handbook of social network analysis*, (pp.417-433), London: SAGE Publications.
Boschet, C. and T. Rambonilaza, 2018, "Collaborative environmental governance and transaction costs in partnerships: Evidence from a social network approach to water management in France," *Journal of Environmental Planning and Management*, 61(1), pp.105-123, DOI: 10.1080/09640568. 2017.1290589.
Faust, K., 1997, "Centrality in affiliation networks," *Social Networks*, 19(2), pp.157-191, DOI: 10.1016/S0378-8733(96)00300-0.
Fliervoet, J. M., G. W. Geerling, E. Mostert, and A. J. M. Smits, 2016, "Analyzing collaborative governance through social network analysis: A case study of river management along the Waal River in the Netherlands," *Environmental Management*, 57(2), pp.355-367, DOI: 10.1007/s00267-015-0606-x.
Jasny, L. and M. Lubell, 2015, "Two-mode brokerage in policy networks," *Social Networks*, 41, pp.36-47, DOI: 10.1016/J.SOCNET.2014.11.005.

Lienert, J., F. Schnetzer, and K. Ingold, 2013, "Stakeholder analysis combined with social network analysis provides fine-grained insights into water infrastructure planning processes," *Journal of Environmental Management*, 125, pp.134-148, DOI: 10.1016/j.jenvman.2013.03.052.

Lubell, M., G. Robins, and P. Wang, 2014, "Network structure and institutional complexity in an ecology of water management games," *Ecology and Society*, 19(4), 23, DOI: 10.5751/ES-06880-190423.

Metz, F., P. Leifeld, and K. Ingold, 2019, "Interdependent policy instrument preferences: A two-mode network approach," *Journal of Public Policy*, 39(4), pp.609-636, DOI: 10.1017/S0143814X18000181.

OECD, 2015, *OECD principles on water governance,* https://www.oecd.org/governance/oecd-principles-onwater-governance.htm/.

Provan, K. G. and P. Kenis, 2008, "Modes of network governance: Structure, management, and effectiveness," *Journal of Public Administration Research and Theory*, 18(2), pp.229-252, DOI: 10.1093/jopart/mum015.

Tolbert, P. S. and R. H. Hall, 2009, *Organizations: Structures, processes and outcomes*, (10th ed), New Sersey: Pearson Prentice Hall.

Wasserman, S. and K. Faust, 1994, *Social network analysis: Methods and applications*, (Structural analysis in the social sciences; 8), New York: Cambridge University Press.

행정안전부 자치법규정보시스템, https://www.elis.go.kr/, [2021.1.9]

김보람: 고려대학교에서 행정학 박사학위를 취득하고, 현재 고려대학교 정부학연구소 연구교수로 재직 중이다. 주요 관심분야는 제도 분석 및 설계, 물관리 행정, 네트워크, 공공성 등이다. 최근 연구로는 "중앙부처 물관리 구조에 관한 이원모드 네트워크 분석: 중앙부처-물 정책기능 간 연계성 분석과 정책적 함의(2021)", "지방자치단체의 협력적 물 거버넌스 구축을 위한 네트워크 분석: 제주특별자치도의 물관리 사례를 중심으로(공저, 2020)", "지방자치단체의 물관리 행정 조직 진단에 관한 연구: 제주특별자치도의 경험과 정책적 함의(공저, 2020)", "한국 물관리 제도의 경로의존성에 관한 연구 - 1948~2018년 국가 물관리 제도의 형성과 지속, 층화 -(2019)", "전지구화 시대의 공공성에 관한 연구: 전지구적 공공성과 지속가능발전목표(SDGs)에서의 함의(2019)" 등이 있다(brkimv@gmail.com).

투 고 일: 2021년 08월 20일
심 사 일: 2021년 08월 28일
게재확정일: 2021년 09월 06일