

기후변화에 대응한 호주의 물관리 정책과 시사점

이종욱¹ · 박태선² · 이승연³ · 이승오^{4*}

¹Murray-Darling Basin Authority Director, Hydrologic Applications, MDBA, ²국토연구원 선임연구위원

³홍익대학교 토목공학과 석사과정, ⁴홍익대학교 토목공학과 교수

Australia's Water Management Policies and Implications in Response to Climate Change

Jong Wook Lee¹, Tae Sun Park², Seung Yeon Lee³, and Seung Oh Lee^{4*}

¹Murray-Darling Basin Authority Director, Hydrologic Applications, MDBA

²Senior Researcher, Korea Research Institute for Human Settlements

³Graduate Student, Dept. of Civil Engineering, Hongik University

⁴Professor, Dept. of Civil Engineering, Hongik University

요약

최근까지 무분별한 수자원 개발과 심각해지는 기후변화로 인한 극심한 가뭄이 지속되면서 물관리 문제에 대해서 관심이 급증하였다. 국내와 유사한 환경 아래 국가 차원에서 일관되고 친환경적이며 체계적으로 관리를 하고 있는 호주의 정책에 대한 분석과 사례검토가 필요하다. 호주는 강우량이 작고 건조하여 가뭄과 홍수가 반복되는 수자원적 특징을 가지고 있으며 1890년대부터 이민자 정착으로 물분쟁이 시작되었다. 일찍이 수자원의 효율적인 분배를 위한 물관리 협약, 물 사용량 규제 프로그램, 연방물법 제정 등이 이루어졌고 현재는 개발과 보전이 균형적으로 이루어지는 물관리 체계를 이루고 있다. 한편 우리나라는 과거 수질은 환경부, 수량은 국토부가 담당하여 물관리의 주무부처가 이분화되어 업무의 중복, 과도한 투자, 비효율 등의 문제로 통합적인 물관리가 어려웠다. 이를 해결하고자 2018년에는 물관련 기본법을 제정하는 등 물관리 기능이 일원화되면서 유역 단위 통합물관리 체계의 기틀이 마련되었고 2019년부터는 유역 단위의 통합물관리 체계를 수행하는 등 통합물관리를 바탕으로 지속 가능한 수자원 관리 효과를 도모하고 있다. 효율적이고 친환경적인 물관리를 위한 관리 정책 수립을 위해 여러 방안으로 강구해온 호주의 IWRM (Integrated Water Resource Management) 와 우리나라의 현황과 사례를 비교해보았고 앞으로 나아가야 할 우리나라의 시사점을 제시하였다.

핵심용어: 통합물관리, 물관리, 호주, 기후변화

ABSTRACT

Recently, as the extreme drought continued due to the reckless development and the dramatical climate change, national concern about the water management issues has been increased rapidly around the world, especially in Korea. Meanwhile, it is necessary to analyze and review the related cases in Australia, where they have developed the consistently, eco-friendly and systematically management from the national level, which is similar to that of Korea in difficult circumstances. Australia has been suffered by repeated droughts and floods due to low rainfall and dryness, and water disputes were begun with immigrant settlement in the 1890s. In the early days, water management agreements for efficient distribution of water resources, water use regulation programs, and federal water laws were enacted, and now the established water management system in which development and conservation are assumed to be well balanced. In Korea, however, in the past, the Ministry of Environment was responsible for water quality issues while the quantity was managed by the Ministry of Land, Infrastructure and Transport, and the main local departments for water management were divided. Therefore, it was difficult to manage

*Corresponding author: Seung Oh Lee, seungoh.lee@hongik.ac.kr

Received: 4 October 2020, Revised: 1 December 2020, Accepted: 14 December 2020



the integrated water management due to problems such as duplicated works, excessive investments, and inefficiency. To resolve this situation, in 2018, all water management functions were unified, such as enacting the fundamental water-related laws, thereby laying the foundation for the integrated water management system for each basin. From 2019, even the integrated water management system was implemented, we are promoting the effect of sustainable water resource management. In order to establish a management policy for efficient and eco-friendly water management, the IWRM (Integrated Water Resource Management) of Australia, which has been devised in various ways, was analyzed and compared with the present situations and cases occurred in Korea, and the implications from this study would be suggested the future of IWRM in Korea.

Keywords: IWRM, Water management, Australia, Climate change

1. 서론

과거 우리나라의 수자원 관리는 건설교통부에서 담당하였으나 1991년 낙동강 폐놀 오염사고로 인해 1994년 환경부가 수자원 관리의 주체가 되었다. 환경부로 일부 이관된 후에도 수량은 국토부, 수질은 환경부로 분리되면서 물관리 부처가 서로 분절되어 있었다. 담당이 분산되어 비효율적이라 수량관리와 수질관리가 통합할 수 있는 물관리 일원화를 실현하기 위해 정부조직법, 물관리기본법, 물기술산업법을 제정하였다(Lee et al., 2018). 이렇게 형성된 우리나라의 통합 물관리(IWRM, Integrated Water Resources Management)는 현재 정책을 시행 중인 일본, 호주 등 17개 국가에는 포함이 되나, 여전히 전체 물관리 업무를 총괄할 수 있는 정책부서가 존재하지 않는(Koo, 2019) 등의 물관리 여건은 불리한 위치해있다(Ministry of Environment, 2018). 따라서 통합물관리를 시행하고 있는 나라 중 성공적인 축에 속하는 호주의 사례를 통해 우리나라의 실정과 비교해보았다.

호주는 6개 자치주(서호주(Western Australia, WA), 남호주(South Australia, SA), 빅토리아(Victoria, Vic), 뉴사우스웨일즈(New South Wales, NSW), 퀸즐랜드(Queenland, QLD), 태즈메니아(Tasmania, TAS))와 2개 특별구(노던 준주(Northern Territory, NT), 호주 수도 준주(Australian Capital Territory, ACT))로 이루어진 연방 국가이다. 호주의 국토 면적은 러시아, 캐나다, 미국, 중국, 브라질에 이어 세계에서 6번째(770만km²)로 크며, 우리나라(10만km²)의 77배에 해당한다. 총 인구는 약 2,500만 명(우리나라 5,200만 명), 인구밀도는 약 3명/km²(우리나라 520명/km²)으로 세계에서 인구밀도가 가장 낮은 나라 중의 하나이다. 기후적인 특성을 살펴보면 연평균 강우량은 우리나라가 약 1,300 mm인 반면, 호주는 국토 면적의 약 80%가 600 mm 이하이며 대부분 강우량이 동부 해안을 따라 발생하는 데 넓은 면적에 비해 강우량이 적기 때문에 물관리는 항상 사회경제-정치적 이슈였다. 무분별한 수자원 개발 및 사용과 최근 기후변화로 인한 극심한 가뭄이 지속되면서 물 문제가 심각해져 그동안 주정부에서 자치적으로 관리하던 수자원을 국가 차원에서 일관되고 체계적으로 관리하기 시작하였다. 연방물법을 제정하여 유역위원회의 권한을 강화하는 등의 연방정부에서는 물관리 일원화와 친환경적 유역관리를 목표로 하는 수자원정책을 추진하고 있다. 본 연구에서는 호주의 물관리 현황과 변화 연혁, 물관리 기반(법령, 계획, 조직), 기후변화에 대응한 물관리 사례들을 소개하고, 우리나라 물관리와 비교를 통해 시사점을 제시하여 향후 효율적인 물관리 방안에 대해 연구하였다.

2. 호주의 물관리 현황 및 시사점

2.1 수자원 현황 및 특징

호주는 수자원 현황 및 특징은 크게 3가지로 구분된다. 첫째, 강우량이 작고 건조하지만 가뭄과 홍수가 반복된다. 호주는 북부, 동부-동남부, 서남부, 태즈메니아 섬 지역 등을 제외하고는 대체적으로 강우량이 작고 건조한 나라이다(Fig. 1). 머레이-달링 유역청(MDBA, Murray-Darling Basin Authority)에서는 호주 농업생산의 절반 이상을 차지하고 있어 기후변화에 큰 영향을 받고 있는 머레이-달링 유역의 북부지역에 대하여 지난 120여 년 동안의 강우량을 분석하여 다음과 같은 시사점을 제

시하였다. (1) 1900년 초반에는 가뭄였으나 1940년대 중반 이후 10여 년 간 점차 습해지면서 관측 이래 최대의 홍수가 발생하였고, 이후 강우량이 감소하여 1980년 이후부터 현재까지 약 10년 주기로 건조하고 습한 기후가 반복되고 있다. (2) 머레이-달링 유역의 연 유입량은 2000~2010년 사이에 발생된 “대가뭄(millennium drought)” 동안 예년에 비해 매우 적었는데 이는 강우량은 비슷했으나 사이클론의 강우강도 감소와 겨울과 초봄의 강우량 감소가 원인이다. (3) 따라서 기후변화에 대응하여 능동적으로 대처하기 위해 연방정부와 주정부에서는 효과적이고 친환경적인 수자원 관리를 위해 다양한 정책을 개발하고 협력을 통해 이를 실천하고 있다.

둘째, 동부지역의 유출량은 전체 지역의 80%를 차지할 정도로 편중되었다. Fig. 2는 호주의 유역별 유출량을 백분율(%)로 나타낸 것인데 북부, 동부, 동남부 유역의 유출량이 전국의 약 80%를 차지함을 나타내었다. 특히, 동남부에 위치한 머레이-달링 유역의 유출량은 전국의 약 6% 수준이지만 전체 농지면적의 약 66%, 농업 생산량의 약 40%를 차지하는 중요한 지역이다. 셋째, 작은 유출량을 적극적으로 활용하기 위한 다수의 댐을 운영하고 있다. 머레이-달링 유역은 넓은 유역면적(약 100만 km²)과 농지면적에 비해 상대적으로 유출량이 적기 때문에 부족한 강우량을 최대한 활용하기 위해 산맥 지역을 중심으로 많은 댐과 저수지를 건설·운영 중이다(Fig. 3).

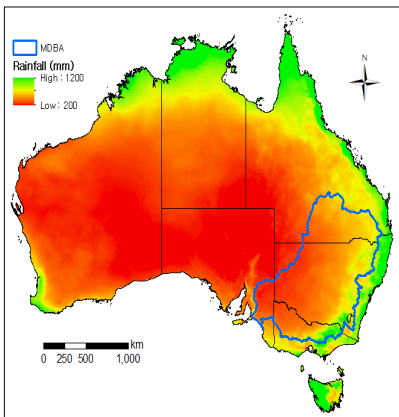


Fig. 1. Average (1900~2019) rainfall distribution chart (Bureau of Meteorology)

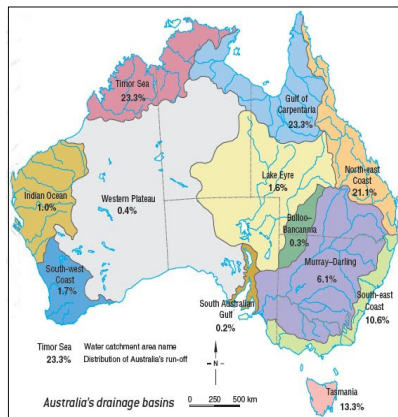


Fig. 2. Australia's drainage basins (<https://images.app.goo.gl/D62TQzpeNdrYW7Kq9>)

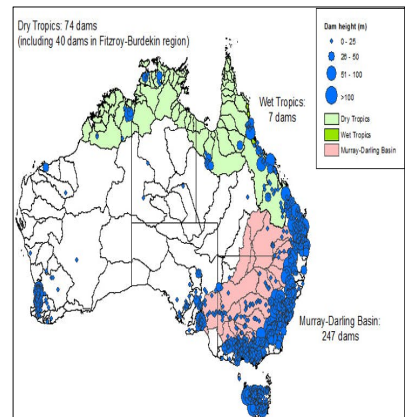


Fig. 3. Australia's dam distribution chart (<https://images.app.goo.gl/XabcShyubchpJCxC9>)

2.2 머레이-달링 유역의 물관리정책 변화 연혁

호주는 여러 차례의 홍수와 가뭄을 거치며 물관리 정책이 점진적으로 발전되었다. 머레이-달링 유역의 물관리 정책은 1900년 이전부터 시작되었고, 여러 차례의 가뭄과 홍수를 거치며 점진적으로 변화하였다(Figs. 4, 5).

1890년에는 골드 러시(Gold Rush) 이후 이민자 정착으로 물 분쟁이 시작되었고 1902년에는 연방정부 수립 이후 주 간의 물관리 협약(머레이 강 물관리 협약(River Murray Waters Agreement))을 체결하였다. 이 협약에서 상류의 뉴사우스웨일즈와 빅토리아주 간의 수자원 배분, 하류의 남호주에 대한 최소한의 유량 보장, 하천과 물의 효과적 이용을 위한 댐과 보의 건설 및 이에 필요한 재정 지원에 합의하였고 하천구조물 건설에 필요한 재원은 연방정부와 3개 주정부가 균등하게 분담하였다. 이러한 균등 분담방식은 주정부 간 공동투자 사업의 원칙이 되었다. 또한 철도가 건설되면서 하천 운송을 위해 계획되었던 보 건설이 변경되었고, 세계적인 경제공황, 1차 및 2차 세계대전 등 여러 가지 영향으로 인해 하천정비와 수자원 개발이 지연되었다. 이로 인해 상류에 계획되었던 흠(Hume) 댐은 1919년에 건설이 시작되었으나 1936년에 이르러서야 완공되었으며, 1940년대 초에 발생하였던 가뭄을 계기로 1950년대에 현재의 저수용량인 30억 m³으로 증대하였다. 1980년대를 전후로 연방정부와 유역 내 주정부들이 협력하여 머레이 강의 염도를 관리하기 시작하였다. 1980년 전후 발생된 가뭄과 급격한 용수

수요 증가로 하천 수위가 낮아지고 염수침입이 심각해져 머레이강 하류의 염도가 음용수 기준인 800 EC¹⁾를 크게 초과했기 때문에 음용수와 생활용수의 절반 이상을 머레이 강에서 취수하던 남호주에서는 큰 문제가 되었고, 이는 상류의 2개 주를 포함해 유역이 공동으로 해결해야 할 문제로까지 확대되었다. 또한 수자원장관협의회(Ministerial Council)²⁾에서 “염도 및 배수전략(Salinity and Drainage Strategy)”이 합의되면서 연방정부와 3개 주정부가 공동으로 머레이 강의 염도를 관리하였고 연방정부와 주정부의 협력을 통한 1994년의 물 사용량 규제 프로그램 달성하였다. 1994년에는 수자원장관협의회에서 연방정부와 주정부는 수자원을 효율적이고 친환경적으로 사용하기 위해 1994년의 물 사용량을 유지한다는 “물 사용량 조절 및 규제 프로그램(cap on diversions)”에 합의하였다. 이는 물법에 포함되지 않고, 머레이-달링 합약서의 부록에 실행 내용과 방법을 수록한 자발적 프로그램이었으나 연방정부와 주정부들 간의 협력을 통해 당초의 계획 목표를 달성하였다. 이후 2000년대 초부터 시작된 가뭄은 2006~2007년에 정점을 이루었고, 이를 계기로 유역 전반에 걸친 물관리 일원화와 물 사용량 규제를 통한 친환경적 물관리를 주 내용으로 하는 연방 물법(Water Act, 2007)³⁾이 국회를 통과하였다.

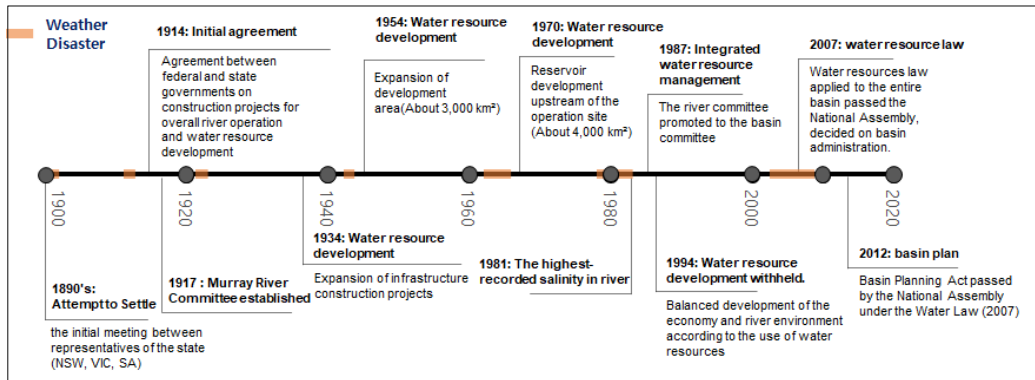


Fig. 4. A History of Water Management Policies in Murray Darling Basin

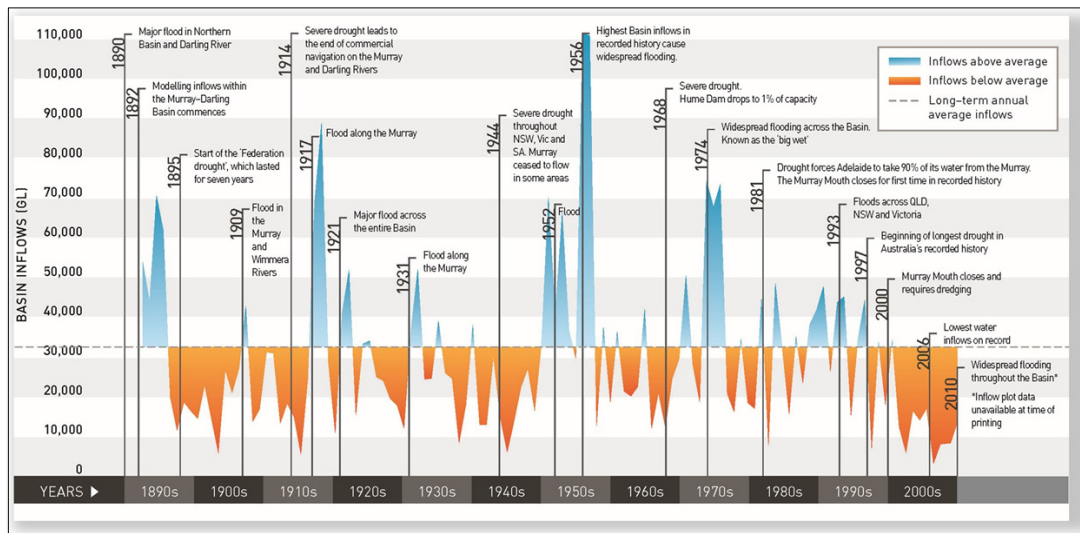


Fig. 5. Annual inflow trend of Murray-Daling basin and major flood and drought occurrence details (Unit : 10⁶m³/yr)

- 1) 토양의 염분은 포화 페이스트 추출물(ECe)의 전기전도도(electrical conductivity)로 측정함
- 2) 연방정부의 수자원장관을 위원장으로 하고, 주정부의 수자원장관들을 위원으로 하는 머레이-달링 유역의 최고 의사결정기구
- 3) 호주에는 현재에도 주마다 물법(Water Act)이 있으나 2007년 연방정부 차원의 물법이 제정되었기 때문에 이를 구분하기 위해 “연방 물법(Water Act, 2007)”이라고 표현하였음

2.3 물관리 기반의 변화

물관리 기반의 변화로는 첫째, 통합적이고 친환경적 물관리를 지향하는 연방 물법의 제정이다. 연방정부 설립 이전에는 주 정부에서 유역별 관리 계획에 따라 물을 관리했고 2000년 대가뭄을 계기로 연방 물법을 제정하여 유역위원회의 권한을 강화하였다. 둘째, 민주적 의견수렴과 역할분담을 통한 유역 중심의 물관리 조직체계를 수립하였다. 1917년에는 유역 중심의 협력적 하천관리를 위한 국가 차원의 유역위원회인 머레이 강 위원회를 설립하고 1980년 이후에는 하천에서 유역 중심으로 관리 개념이 확장되어 머레이-달링 유역위원회로 승격되었다. 주요 업무로는 1992년 체결된 머레이-달링 유역협약서(Murray-Darling Basin Agreement; 부록 I, Water Act, 2007)에 따라 유역의 관리와 운영에 대한 최고 의사결정권을 가지는 유역 수자원장관 협의회와 유역위원회를 신설하였고 1993~1994년에는 “물 사용량 조절 및 규제 프로그램(cap on diversions)”을 통해 머레이-달링 유역의 물 사용량 증가를 규제하였다. 유역위원회는 주별로 사용 가능한 수자원량을 산정하여 배분하며, 하천 내 수리구조물의 유지·관리 및 구조물 운영에 관한 전반적 사안을 검토·지시하고 주 간의 협력이 필요한 정책개발이나 하천운영 전반에 걸친 결정이 필요한 경우에는 회의를 주선·주도하고, 기술도 지원한다. 또한 개발과 보전이 조화를 이루는 균형적인 주정부의 물관리 조직체계를 수립하였다. 대부분의 주정부에서는 수자원 개발과 환경 관리를 두 부서로 나누어 개발과 보전이 균형을 이루어 서로 견제하는 물관리 조직체계를 통해 정책을 개발·집행 및 관리·감독하고 있다. 하천관리와 물배분은 집행기관(우리나라의 공기업)에서 담당하고, 관리·감독부서에서는 수자원 정책의 집행 결과를 수집·평가하는 이원화된 체계로 구성되어 있다. 셋째, 과학적 분석에 근거하여 지역과 함께하는 실현 가능한 체계적 물관리 계획을 수립하였다. 유역청은 물법에 따라 유역별로 환경적으로 지속 가능한 수자원 사용량(SDLs)을 제시한 “유역계획 초안(Guide to the Basin Plan)”을 발간하였고 이 후, 유역청에서는 각 주정부와의 협업 및 지속적인 연구를 통해 과학적 근거를 기준으로 최종안을 마련하여 2012년 국회의 승인을 받아 유역계획을 발표하였다. 2014년에는 처음으로 머레이-달링 유역 전체에 대한 환경용수의 사용·관리를 위한 전략계획을 수립하였고, 5년마다 검토하여 필요에 따라 개판(改版)하는데 현재에는 2019년 판이 최신판이다. 넷째, 한정된 수자원의 효과적 사용을 위한 물 거래 제도(Water Market : NWC, 2011)가 생겨 가뭄, 수자원량의 연간 변동량, 기후변화에 따른 불확실성 등에 대한 관리와 대응이 가능해졌으며, 사용자들은 주어진 정보를 이용하여 수리권을 경제적 목적으로 투자할 수 있게 되었다.

3. 기후변화에 대응한 호주의 물관리 사례

3.1 환경용수의 정의와 결정방법

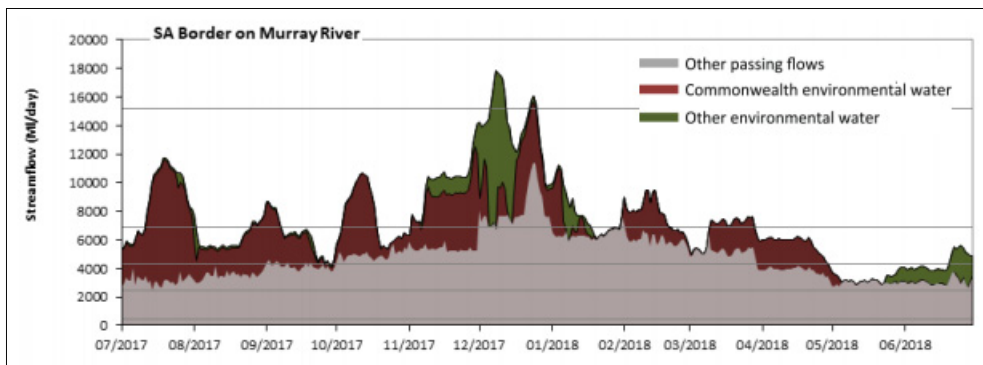


Fig. 6. Changes in River Flow after Environmental Water Usage (<https://www.environment.gov.au>)

뉴사우스웨일즈의 수자원관리법(Water Management Act, 2000) 제8절의 규정에 따르면 환경용수는 수자원계획에 구체적으로 명시된 조건에 따라 결정되는 수량인 계획 환경용수와 환경용수관리자의 판단에 따라 하천시설물 운영자에게 확보

를 요구할 수 있는 수량인 허가 환경용수로 구분된다. 주정부에서는 매년 환경용수 사용에 따른 수문학적·생태학적 영향을 모니터링하고, 평가한다(Fig. 6).

3.2 생태적 조건을 만족시키는 다양한 방법으로 환경용수를 확보

환경용수는 직접 구입하거나 하천운영을 개선하여 발생된 잉여수자원을 환경용수로 전환하는 두 가지 방법을 통해 확보하는데 직접 구입하는 방법은 기득수리권 사용자 중에서 더 이상 수리권을 농업에 사용할 의사가 없는 사람으로부터 정부가 매입하여 환경용수로 전환하는 방법이다. 이 방법은 상대적으로 간편하고 환경용수로 즉시 전환할 수 있으나 지역에 사회·경제적 악영향을 유발시킬 수 있다. 한편 잉여수자원을 환경용수로 전환하는 방법은 기존의 하천운영 및 취수방법을 현대화·체계화하여 기존의 기능을 유지하고 남는 수자원을 환경용수로 전환하는 방법으로 토목·건설 사업이 필요하고, 환경용수를 확보하기까지는 시간과 비용이 소요되지만 기존의 기능을 유지할 수 있기 때문에 지역사회의 반대는 적은 편이다. 이외에도 보다 작은 환경용수로 필요한 생태·환경적 조건을 충족시키기 위해 보(淤)와 같은 하천구조물을 설치·운영함으로써 환경에 필요한 수문학적 조건을 향상시키고 환경용수도 확보하는 방법도 있는데 대부분 만수위로 운영되는 보는 여울이나 소(沼)⁴⁾에 서식하는 생물이나 식생에 부정적 영향을 미치기 때문에 보의 수위를 계절별로 변화시키고 있다. 이러한 수위 변화는 만수위에 비해 수(水) 표면적이 감소되기 때문에 증발산으로 인한 수자원 손실을 줄일 수 있고, 이를 환경용수로 사용할 수 있다. 최근에 승인·추진 중인 프로젝트에 대한 자세한 내용은 MDBA(2020c)를 참고하면 된다.

3.3 “살아 있는 머레이강 프로젝트(The Living Murray, 2004)”를 통한 하천의 생태·환경 복원

이 사업은 “물이 살아야 인류도 산다”라는 기치(motto) 하에 2004년 유역 수자원장관협의회에서 합의되었다. 연방정부와 4개 주정부가 공동으로 투자하고, 머레이-달링 유역청에서 집행·관리한 호주에서 가장 큰 하천복원사업으로 기존의 물공급 시스템을 개선하여 확보된 수자원을 환경용수로 전환하거나 기존의 농업용수 사용자로부터 구매하는 방식으로 환경용수를 확보하는 등으로 구분할 수 있다. 또한, 환경용수를 직접 확보하고, 환경용수관리자에게 물사용량과 사용방법에 대한 권한을 부여하는 최초의 시도로 볼 수 있다.

3.4 대기물의 교환을 토대로 마련한 다양한 기물극복방안

3.4.1 대기물 이후의 법령 변화

첫째, 기본 생활용수량(critical human water needs)의 개념을 도입하고 공급을 보장하였다. 2006~2007년 사이에 유입량이 기존 연 최저유입량의 약 절반 정도로 급감하면서 유수 소통과 기본적인 생활용수 공급이 어려워졌다. 이를 극복하기 위해 “기본 생활용수량”이라는 개념이 물법에 추가되었고 다른 사용자에게 물을 배분하기 이전에 기본 생활용수량을 보장하기 위해 충분한 양의 물을 저수지에 확보해야 한다. 둘째, 하천수 손실량 보전을 통한 환경에의 악영향 최소화되었다. 사용 가능한 수자원량 감소가 사회·환경에 미치는 악영향은 가뭄기간이 길어질수록 급증하며, 일부 중의 멸종을 초래할 수도 있으므로 하천수 손실량 보전을 의무화하였다. 대기물 기간에는 하천수 손실량을 줄이기 위해 습지·여울·소와 같은 소규모 자연저류시설을 하천에서 분리하여 설치함으로써 사용 가능량을 증대시키는 비상계획이 실행되었다. 셋째, 미사용 물량의 이월(carryover) 및 매매를 통한 물사용의 효과성 제고하였다. 개인 물사용자가 자신에게 할당된 수자원량 중 미사용량을 댐에 이월시켰다가 다음 해에 사용하거나 물시장을 통해 매매하는 것으로서 사용자가 가뭄 동안 수리권 중 일정 부분을 스스로 관

4) 여울(riffle)이란 강바닥이 얇거나 폭이 좁아 물살이 세찬 곳, 소(沼, pool)란 땅바닥이 둘러싸지고 물이 깊은 곳을 말함

5) 뉴사우스웨일즈, 빅토리아, 남호주, 호주 수도 준주

리·투자할 수 있는 수단을 의미한다. 2007년 빅토리아주 일부 지역에서 가뭄에 대한 응급대책으로 처음 도입되었으며, 유역 하류에 위치하여 이용할 수 없었던 남호주에서도 이용할 수 있었다. 이러한 방법으로 확보된 물은 생활용수 공급 등 중요도에 따라 우선 배분된다. 마지막으로 명확하고 투명한 의사소통과 각 정부 간의 긴밀한 협조가 이루어졌다(Table 1).

Table 1. Water-related law and main contents changed after the drought

Law	Main Contents
Water Act (2007)	<ul style="list-style-type: none"> • Part 2A - Mandatory securing of “basic residential water” - Water distribution is divided into three steps (normal operation step, residential water supply step, and residential water supply difficulty step) and distributed according to the amount of available water resources. - Securing discharge and preserving loss
Basin Plan (2012)	<ul style="list-style-type: none"> • Chapter 11 - Define the amount of water resources to satisfy the basic residential water quantity - Define discharge for normal flow - Define salinity and water quality standards that cannot be used as residential water - Estimation method of inflow and uncertainty management of predicted inflow - Define water distribution stages according to the amount of available water resources
Murray-Darling Basin Agreement	<ul style="list-style-type: none"> • Schedule G : The right of South Australia's water rights holders to carry water over reservoirs in the upper two states (New South Wales, Victoria) • Schedule H: How to distribute water in step 2 and 3 (Step 1 is a normal operation step)
Objectives and outcomes document (MDB BOC, 2019)	<ul style="list-style-type: none"> • Instructions for river operations in step 2 and 3 to achieve goals and achievements supervised and approved by the Basin Officials Committee

3.4.2 다양하고 지속적인 가뭄 대응 사례

1) 해수담수화와 기후변화 연구를 추진 중인 빅토리아주⁶⁾

빅토리아주에서는 학계(University of Melbourne, 멜버른대), 관계기관(Bureau of Meteorology, 호주 기상청), 연구소(CSIRO, 호주의 국책연구기관) 등이 참여하여 162개 유역을 대상으로 기후변화 및 이상기후가 수자원에 미치는 영향을 연구하였다. 기상청은 기후예측능력 향상, CSIRO는 강우량 및 유출량 예측기법을 연구하고 주정부는 연구를 지원하며, 연구·관측결과를 중장기 물관리계획에 반영하고, 수자원 개발 및 평가계획 수립 시 기후변화를 반영하는 방법을 표준화한 “물공급 영향평가지침서(Vic DELWP, 2016)”를 제정하였다. 이 지침서에는 지구순환모형(Global Circulation Model, GCM)에도 반영되지 않은 최신 기후변화 동향(step-up)을 고려한 4개 시나리오(low, medium, high, step up climate change)별로 물공급 취약점과 위험성을 고려하는 방안을 제시하였다. 그러나 인구 증가와 기후변화에 대비하기 위해 해수를 담수화하여 호주 제2의 도시인 멜버른에 안정적으로 물을 공급하기 위해 추진되었으나 소요 사업비가 불확실하고, 지역과의 정보공유 부족 등으로 인해 큰 지지를 받지 못하여 해수담수화 사업은 실패로 돌아갔다.

2) 실패로 끝난 퀸즐랜드주의 물 재활용사업

정상적 상황에서는 지방정부에서 물을 관리하였으나 대가뭄이 정점에 이르렀을 때에는 주정부에서 물사용량 저감, 거버넌스 개혁, 대체수자원 개발 등 직접 비상운영하여 대부분 성공을 거두었다. 다만, 대체수자원 확보 차원에서 추진된 물 재활용을 통한 음용수화 사업은 지역주민들로부터 호응을 얻지 못하였다. 정치적 판단을 지양하고, 중장기 비전과 부합하는 계획을 수립하여 투명한 방법으로 지역과 소통해야 한다는 교훈을 남겼다.

6) <https://www.water.vic.gov.au/climate-change/climate-and-water-resources-research>

4. 우리나라 물관리 일원화

우리나라는 과거 건설교통부에서 물관리 업무를 수행하였는데 1991년 낙동강 페놀 오염사고가 수량보다는 수질의 중요성을 강조하게 되는 계기가 되었고 기후변화로 인한 잦은 홍수와 가뭄으로 이를 대응하기 위해 건설부의 상하수도 기능이 환경부로 일부 이관되었다. 그러나, 이관된 후에도 수량은 국토부에서, 수질은 환경부에서 관리하는 이분화 작업으로 업무의 중복성, 비효율성 문제 등이 제기되었다. 따라서, 환경부에서는 수량관리와 수질관리를 통합하면 효율적인 업무 분배와 환경용수의 활용성을 높일 수 있어 물관리체계의 일원화를 주장했다. 이는 2017년 9월 ‘물관리일원화협의체’를 구성하여 물관리 일원화에 대한 방안을 논의하고 2018년 6월 물관리기본법, 물기술산업법 등을 공포하여 물관리 일원화 정책이 수립되었다 (Fig. 7). 호주에서 2007년 통합적이고 친환경적인 물관리를 지향하는 연방물법을 제정한 것에 비해 우리나라는 2018년 6월에 약 11년이 늦게 물관리기본법을 제정하였다. 물관리기본법은 물관리의 기본 이념과 나아가야 할 방향을 제시하였다. 물은 공공의 자원으로 모든 사람과 동·식물이 합리적으로 이용해야 하고 관리함에 있어 효율은 최대한으로 하되, 함부로 쓰지 말고 자연환경과 사회·경제생활을 조화시키면서 지속적으로 이용하고 보전해야 함을 기본 이념으로 한다. 또한 물관리란 물을 필수 자원으로 보전하고 경제적으로 이용하며 재해를 예방하고자 함을 의미한다. 이러한 물관리기본법의 개념을 살펴볼 때, 유한한 자원인 물을 향후에도 지속적으로 사용하기 위한 경제적인 관리가 필요함을 알 수 있고 물관리 일원화와 물 사용량 규제를 목적으로 하는 호주의 연방 물법과 그 제정 목적이 같음을 알 수 있다. 그러나, 우리나라는 이러한 물통합, 물환경, 수자원 분야에서는 환경부가 담당하지만 그 외 하천계획, 농업용수 관리 등은 아직 각각 국토교통부, 농림축산식품부 등 다른 부서가 담당하고 있어 아직 완벽한 일원화를 이루었다고 보기는 어렵다. 물관리기본법에서 물관리위원회는 국가물관리위원회와 유역물관리위원회를 운영하여 물관리의 기능을 향상시켰고 두 위원회는 공통적으로 위원장 2명을 포함한 30명 이상 50명 이내의 위원으로 구성된다. 위원의 임기는 3년으로 하고 한번만 연임이 가능하다. 호주의 경우, 연방정부와 주정부가 함께 물관리를 하며 업무를 분담하였다. 연방정부는 전략계획 개발 및 수자원 계획의 실행감시와 계획의 승인을 하고 주정부는 계획의 개발 및 실행 등의 역할분담을 하였다. 뿐만 아니라, 호주의 경우 2007년 연방 물법 제정 이후에 2012년 유역계획을 통해 사용 가능한 수자원량에 따른 물 배분 단계 정의, 유입량 예측 방법 등의 계획을 세웠고 후에는 머레이 강 운영을 위한 목표 및 성과서를 통해 하천 운영에 관한 지시사항 등을 정립하였다. 우리나라는 물관리기본법 외에 물관리 기술의 체계적인 발전 기반을 조성하는 물기술산업법도 제정하였는데, 이는 물관리기술을 개발하고 보급을 촉진, 물 산업 실증화 시설과 집적단지를 조성하는 등의 목적을 가진다. 아직 도입 초기 단계인 만큼 이미 선진화되어 있는 호주에 비해 구체적인 사항이 부족한 실정이지만 호주의 사례를 통해 향후 우리나라가 추진해야 할 물관리 방향에 대해 알아보았다.

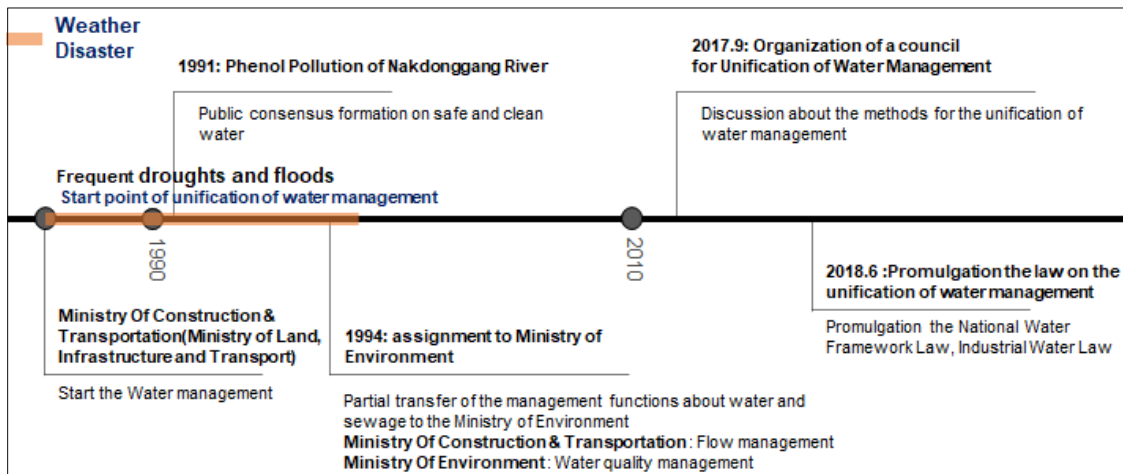


Fig. 7. A History of Water Management Policy in Korea

5. 우리나라와 호주의 물관리 정책 비교 및 시사점

호주는 기후변화로 대기뭍을 겪으면서 하천관리 정책에 중점을 두고 있다. 우리나라의 경우에도 최근 집중호우로 인한 많은 인명·재산 피해를 겪어 호주의 하천관리정책을 본받고자 정책 간 비교 및 분석해보았다(Table 2).

Table 2. A Comparison of Water Management Policies in Korea and Australia (Ministry of Environment, 2018)

	Republic of Korea	Australia
Cause	<ul style="list-style-type: none"> Increasing the frequency of water disasters 	<ul style="list-style-type: none"> Repeated drought and flood due to topographic characteristics Severe Drought, 2000
Policy	<ul style="list-style-type: none"> Basic Water Law, 2018 	<ul style="list-style-type: none"> Water Act, 2007
Organization	<ul style="list-style-type: none"> National Water Management Commission: National Water Management and Changes in the National Water Management Basic Plan Basin Water Management Commission: Establishment and change of basic plan for basin water management plan 	<ul style="list-style-type: none"> State government: Development and execution of the plan Federal government: Strategic plan development and water resource plan execution monitoring, plan approval
Content	<ul style="list-style-type: none"> Establishment of basic goals and directions for water management policies Establishment of National Water Management Commission and Basin Water Management Commission 	<ul style="list-style-type: none"> Establishment of Basin Ministerial Council and Basin Commission Regulation of increased water use Amount of water resources available by state
Effect	<ul style="list-style-type: none"> Foundation of the IWRM system <ul style="list-style-type: none"> Establishment of a basin -centered governance system Signed MOU for mutual cooperation in solving the water problem of the Nakdong River Securing water safety <ul style="list-style-type: none"> Securing water storage by forecasting weather and dam storage water Minimize flood damage through efficient operation of multi-purpose dams Strengthen drinking water management 	<ul style="list-style-type: none"> Establishment of management plan for each basin Residential water management within the federal government manages residential water to achieve conservation of the ecosystem Limit water use by establishing water resource plans for each basin Effective use of limited water resources by separating water rights from land rights Economical investment of water rights is possible Guaranteed supply of residential water by introducing the concept of basic residential water

현재, 통합물관리(IWRM) 정책을 시행하고 있는 17개국 중 우리나라가 포함되어 있지만 아직까지는 여건이 마련되지 않았다. 호주는 중앙정부나 지방정부에서 투자하여 확보된 수리권은 환경보전이나 개선에 이용하고, 환경용수관리자는 정부를 대신하여 할당된 수자원을 하천의 생태·환경을 유지·복원하는 데 이용하였다. 더불어 새로운 하천구조물을 건설하거나 기존 구조물을 이용하여 생태학적 수문 조건을 향상시킴으로써 같은 양의 환경용수로도 보다 나은 환경적 효과를 거둘 수 있고 환경용수가 항상 최적의 상태를 유지할 수 있도록 지속적 모니터링과 아울러 합리적인 평가체계를 마련·운영하였다. 반면 우리나라의 경우, 현재 환경용수 확보에 대한 개념·계획 등에 대한 구체적인 방안이 없으며 하천관리자와 물 사용자 사이의 갈등이 발생하고 있다는 점이 큰 문제점이 되었다. 이를 해결하기 위해 일단, 환경용수의 명확한 개념 정립과 전문가를 투입하는 역할분담이 필요하다. 또한, 합리적 역할분담과 민주적 의사결정에 기반한 유역 중심의 물관리를 실천해야 한다. 호주는 연방정부와 주정부 산하에 각각 수자원 개발부서과 환경부서를 두어 개발과 견제라는 균형 잡힌 정책을 추진하고 있다. 우리나라의 공기업에 해당하는 집행기관과 관리·감독기관을 이원화함으로써 물관리정책의 투명성을 제고하며 상향식 의사결정 방식을 통해 실무적인 문제를 최대한 반영하고, 연방정부와 주정부 간의 신뢰를 바탕으로 한 수평적인 의견 교환과 협력체계가 잘 운영되고 있다. 한편 우리나라의 경우 최근 8월에 발생한 집중호우로 인한 침수 피해의 원인이 물관리체계가

분리되어 있다는 점을 이유로 두었다. 현재, 물관리 권한이 환경부가 되었지만 이는 댐 관리 기능에만 한정되어 있고 사실상 하천관리 기능은 국토부의 권한으로 물관리의 주체가 이분화되어 재난 대응에 어려웠다. 뿐만 아니라, 농림부가 관할하는 농업용수에 대해서도 정확한 수요량 및 회귀 수량에 대한 정리가 되어 있지 않아 전반적으로 완전한 물관리 일원화가 완성되지 못하였다. 대기물을 계기로 주정부와 연방정부의 협력적인 의사결정 체계를 구성하여 물관리의 일원화에 성공한 호주를 발판 삼아 우리나라도 수평적이고 합리적인 의사결정 체계를 설립하여 피해가 증가하고 있는 홍수, 가뭄 등에 대응해야 하고 농업용수의 개념과 기능을 정리하고 관련된 정책 마련도 필요하다. 이러한 문제점을 고려하여 사회·경제·환경이 조화를 이루고 균형있는 개발과 관리를 지향하면 통합적이고 일관성 있는 수자원정책을 향후 추진할 수 있을 것이다.

더불어, 체계적인 수리권 확립을 통해 물거래와 수리권 이월 등 효과적 물 사용을 위한 다양한 정책들을 개발하여 물 사용자에게 의사결정권을 주는 등의 효율적인 물 이용을 도모해야 한다. 토지권에 속해 있는 수리권을 분리하면 수리권 제도를 통한 물 거래가 가능하기 때문에 수리권 제도를 통해 수리권자는 자신에게 할당된 수자원을 농업활동에 이용하거나 물시장에서 매매 또는 다음 년도로 이월시킴으로써 경제적 이익을 창출할 수 있다. 수리권은 기후조건에 따라 예측된 유역 유입량과 현재 사용 가능한 수자원량을 기준으로 모든 수리권자에게 공평하고 투명한 방법으로 배분해야 한다.

이러한 시사점들을 바탕으로 우리나라의 통합물관리 정책에 보완하여 적용한다면 효율적인 물관리와 재난으로부터의 신속한 대처를 할 수 있을 것으로 기대된다.

6. 결론

본 연구는 호주의 물관리 현황과 과거부터 시행하였던 관련 정책에 대해 조사하였고 최근 우리나라의 물관리 일원화와 비교해보며 추진 방향과 시사점을 제시하였다. 호주는 가뭄과 홍수 등 기후변화의 영향을 많이 받아 이에 능동적인 대처를 위해 물관리 일원화와 친환경적 유역관리를 목표로 하는 다양한 수자원 정책을 개발하고 실천해왔다. 2007년에는 기후변화에 큰 영향을 받고 있는 머레이-달링유역을 통합적이고 친환경적으로 관리하기 위해 연방물법(Water Act)을 제정하였다. 이를 기반으로 유역 전반에 걸쳐 물관리 일원화를 시작하였고 유역위원회의 권한을 강화하였다. 과거 주정부 중심의 과도한 수자원 개발과 수생태계의 악영향을 개선하기 위해 새롭게 연방정부가 유역 전반에 걸쳐 체계적이고 일관적인 수자원정책을 수립·관리하기 시작하였다. 또한 연방정부와 주정부는 물 문제를 효율적으로 관리하기 위해 협력적인 조직체계를 형성하는 등의 수평적인 의견수렴을 통한 의사결정 체계를 마련하였다. 한편, 우리나라의 경우도 잦은 홍수와 가뭄 등의 자연재해로부터 피해를 방지하고자 이원화되어 있었던 물관리 체계를 통합하기 위해 노력 중이다. 우리나라는 과거 건설교통부(현 국토부) 중심의 물관리에서 환경부로 일부 이관하여 수량은 국토부, 수질은 환경부가 담당하였다. 그러나 업무의 중복, 일의 비효율 등의 이유로 2018년 6월 물관리일원화 관련 법령(물관리기본법, 물기술산업법)을 제정하였다. 물관리일원화를 통해 부처를 환경부로 통일하고 물관리정책의 기본 목표와 추진방향을 세우고 수재해 예방 등의 목표를 세웠다. 그러나 아직까지 하천관리의 기능은 국토부가 담당하고 농림부 관할의 농업용수에 대한 불확실한 수요량 및 회귀 수량 파악 등이 완벽한 물관리일원화를 이루어내기에 어려움이 있다. 뿐만 아니라, 현재의 물관리체계에 있어 환경용수에 대한 개념과 수리권 확립 등이 부족한 실정하기에 호주의 경우처럼 전문 실무자들이 충분하고 수평적인 토론으로 물관련 법령에 환경용수 개념 정립하는 것과 같이 우리나라의 실정에 맞게 이루어져야 한다. 또한, 효율적이고 친환경적인 물관리에 중점을 둔 호주의 물관리계획을 참고하여 우리나라의 물사용 감소량을 파악하고 확보해야 한다. 현재 우리나라는 1인당 사용하는 물의 양이 395 ℓ로 주요국가(미국, 일본, 호주, 독일 등) 중 세계 3위이다. 물값이 생산원가의 74%로 물 과소비를 유도하기 때문에 국가뿐만 아니라 개인도 인지하여 물문제를 효율적으로 관리해야 한다. 따라서 호주의 물관리정책을 반영하여 향후 전반적으로 균형이 잡히고 체계적이고 수평적인 역할 분담 및 의사결정을 통해 우리나라의 체계에 맞는 한국형 통합물관리를 이루어내기를 기대해본다.

감사의 글

이 연구는 2019년 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단-해외고급과학자초빙(Brain Pool)사업의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2019H1D3A2A01102253).

References

- Basin Plan (2012). Made Under Subparagraph 44(3)(b)(i) of the Water Act 2007. <https://www.legislation.gov.au/Details/F2017C00078> (Accessed 2020.4.27).
- Caball, R. and Malekpour, S. (2019). Decision Making Under Crisis: Lessons from the Millennium Drought in Australia. *International Journal of Disaster Risk Reduction*. 34: 387-396.
- COAG (2007). Intergovernmental Agreement on a National Water Initiative. Between the Commonwealth of Australia and the Governments of New South Wales, Victoria, Queensland, South Australia, the Australian Capital Territory and the Northern Territory. <https://www.agriculture.gov.au/sites/default/files/sitecollectiondocuments/water/Intergovernmental-Agreement-on-a-national-water-initiative.pdf> (Accessed 2020.4.27).
- Journals talks (2011). Journals Excerpt: The Water Act and the Murray-Darling Basin Plan. <http://sites.thomsonreuters.com.au/journals/2011/05/19/journals-excerpt-the-water-act-and-the-murray-darling-basin-plan/> (Accessed 2020.4.27).
- Jung, S. K. and Jun, K. W. (2020). A Study on the Development of Smart Water Grid Performance Evaluation Indicators for Smart City Realization. *Korean Society of Disaster & Security*. 13: 25-39.
- Ko, D. H., Cho, E. G., Hwang, S. H., Kim, H. T., Kim, H. Y., and Hong, J. K. (2018). Integrated Water Management (IWM) Policy for Effective Water Management. *Journal of Korean Society on Water Environment (2000~)*. 2018: 19-20.
- Kwon, H. J., Lee, T. G., Oh, H. J., and Lee, H. S. (2020). Comparison of Integrated Water Resource Management between Korea and Japan. *The Japanese Modern Association of Korea*, 67: 339-353.
- Lee, D. R., Hong, Y. S., and Lee, Y. H., A Study on the Sustainable Policy of Water and the National Water Framework Law. *Korean Public Administration Quarterly*. 30(4): 865-887.
- Lee, J. U. and Lee, S. O. (2018). A Study of Best Practices for Active Water Management: The Murray-Darling Watershed in Australia. *Water for future*. 51(7): 56-64.
- Lee, S. H., Park, S. J., and Kim, H. J., A Research of the Integrated Watershed Management Regime in Foreign Countries. *Korean Environmental Law Associations*. 30(1): 189-224.
- MDB BOC (2019). Objectives and Outcomes for River Operations in the River Murray System. Murray-Darling Basin Basin Officials Committee.
- MDBA (2011). The Proposed “Environmentally Sustainable Level of Take” for Surface Water of the Murray-Darling Basin: Method and Outcomes. MDBA Publication No: 226/11.
- MDBA (2012a). Hydrologic Modelling to Inform the Proposed Basin Plan: Methods and Results. MDBA Publication No: 17/12.
- MDBA (2012b). Hydrologic Modelling of the Relaxation of Operational Constraints in the Southern Connected System: Methods and Results. MDBA Publication No: 76/12.
- MDBA (2016). Since the Millennium Drought – the River Murray System. Lessons Learnt and Changes Made. MDBA Publication No: 42/16.
- MDBA (2018). Hydrological Assessment of Flow Changes in the Northern Basin. MDBA Publication No: 35/18.
- MDBA (2019). Basin-wide Environmental Watering Strategy. MDBA publication no:42/19. <https://www.mdba.gov.au/sites/default/files/pubs/basin-wide-environmental-watering-strategy-November-2019.pdf> (Accessed 2020.4.27).
- MDBA (2020a). Committees and Decision Making. <https://www.mdba.gov.au/about-us/governance-water-management-murray-darling-basin/committees-decision-making> (Accessed 2020.4.27).
- MDBA (2020b). Fact Sheet: The Living Murray Program. One of Largest River Restoration Programs. <https://www.mdba.gov.au/fact-sheet-the-living-murray-program>

- gov.au/sites/default/files/pubs/TLM-2009-Overview-Fact-Sheet.pdf (Accessed 2020.4.27).
- MDBA (2020c). Register of Measures. <https://www.mdba.gov.au/sites/default/files/Register-of-measures-30-June-2019.pdf> (Accessed 2020.4.27).
- MDBC (1999). Salinity and Drainage Strategy: Ten Years on. Murray-Darling Basin Commission.
- MDBMC (2001). Basin Salinity Management Strategy 2001-2015. Murray-Darling Basin Ministerial Council (MDBMC).
- Min, G. J. and Hong, S. G. (2013). Water Management and Economic Development in Korea. *Water for future*. 46(6): 22-27.
- Ministry of Environment (2018). Unified Water Management (IWRM) Policy and Implementation Cases of Major Countries.
- NWC (2011). Water Markets in Australia: A Short History. National Water Commission.
- NWC (2014). The National Water Commission's fourth assessment of the 2004 National Water Initiative (NWI). National Water Commission. <https://www.agriculture.gov.au/sites/default/files/sitecollectiondocuments/water/nwi-assessment-2014.pdf> (Accessed 2020.4.27).
- Park, T. S. and Lee, J. W. (2010). Implications for Changes in River Management Policy from the Case of Australia. *Brief*. (302): 1-8.
- Vic DELWP (2016). Guidelines for Assessing the Impact of Climate Change on Water Supplies in Victoria. Victoria Department of Environment, Land, Water and Planning (Vic DELWP).
- Vic DELWP (2016). Managing Extreme Water Shortage in Victoria-Lessons from the Millennium Drought. Victoria Department of Environment, Land, Water and Planning (Vic DLELWP).
- Water Act (2007). Australian Federal Register of Legislation No. 137. <https://www.legislation.gov.au/Details/C2007A00137> (Accessed 2020.4.27).

Korean References Translated from the English

- 고대현, 조유진, 황순환, 김홍태, 김희영, 홍정기 (2018). 효율적 물관리를 위한 관리체계 일원화. *공동 춘계학술발표회*. 2018: 19-20.
- 권혁준, 이태관, 오현정, 이희수 (2020). 한국과 일본의 물관리 정책 비교. *일본근대학연구*. 67: 339-353.
- 김은순, 류문현, 이제일 (2013). 호주의 환경용수 배분 정책. *환경정책*. 21(4): 21-43.
- 박태선, 이종욱 (2010). 호주의 사례가 주는 하천관리정책 변화에의 시사점. *국토정책 brief*. 203: 1-8.
- 이덕로, 홍영식, 이윤희 (2018). 물관리기본법과 수자원의 지속가능성에 대한 연구. *한국행정논집*. 30(4): 865-887.
- 이승호, 박성제, 김현정 (2008). 외국의 유역통합관리 제도에 관한 소고. *환경법연구*. 30(1): 189-224.
- 이종욱, 이승오 (2018). 능동적인 수자원 관리를 위한 선진사례 조사: 호주의 머레이-달링 유역, *Water for future (물과 미래)*. 51(7): 56-64.
- 정승권, 전계원 (2020). 스마트시티 구현을 위한 스마트위더그리드 성과평가지표 개발에 관한 연구. *한국방재안전학회 논문집*. 13: 25-39.
- 환경부 (2018). 통합 물관리 (IWRM)의 일원화 정책과 주요국의 추진사례. *국내외 IP 분석보고서*.