

수자원 관리 정보시스템의 사회경제적 영향 평가: 우즈베키스탄 사업의 사례*

임혜진** 곽주영*** 이희진****

| 목 차 |

I. 서론	정보시스템의 사회경제적 영향
II. 문헌 연구	V. 시스템 사용자 및 이해관계자의 평가: 설문 조사
III. 방법론	VI. 결론
IV. 우즈베키스탄 수자원 관리	

| 논문요약 |

본 연구는 수자원 관리 정보시스템(Water Management Information Systems)의 사회경제적 영향을 평가하는 틀을 개발하고, 우즈베키스탄에서 시행된 수자원 관리 정보화 사업에 탐색적으로 적용했다. 이는 기존에 시도되지 않았던 WMIS의 사회경제적 영향의 구체적인 양상을 파악한다는 점에 의의가 있다. ICT의 사회경제적 영향에 관한 선행 연구와 OECD 물 거버넌스 지표체계를 바탕으로 평가 틀을 개발하였다. 평가 틀은 산업 내 (개인 및 조직 차원), 산업 간, 거버넌스 세 측면으로 구성하였다. 우즈베키스탄 WMIS 사업을 사례로 하여, 세 측면에서의 영향을 파악하였다. 자료수집을 위해 설문조사와 면접을 시행하였다. 산업 내 영향으로 수자원 관리 업무 효율성을 제고하고, 산업 간 영향으로 관련 ICT 산업 발전의 단초가 된 것을 확인하였다. 거버넌스 측면에서는 이

* 이 논문은 2019년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2019S1A5A2A03045475). 또한 KOICA의 '우즈베키스탄 ICT 기반의 수자원 정보화 마스터플랜 수립 및 시설 기반 강화 시범사업'의 일환으로 행해진 '사회경제적 영향 평가'를 토대로 작성되었음.

** 제1저자: 연세대학교 국제학대학원 석사 졸업

*** 공동저자: 연세대학교 경영대학 교수

**** 교신저자: 연세대학교 국제학대학원 교수

해관계자 간 소통 증가라는 긍정적 영향과 물 데이터의 권력화로 인한 새로운 갈등의 발생 가능성을 동시에 볼 수 있다. 본 연구는 물 관리를 포함한 다양한 분야에서 정보시스템의 활용에 관하여 기술적 차원을 넘어서 사회경제적 영향 평가를 위한 틀을 제시한다는 점에서 기여가 있다.

- 주제어: 물, 정보통신기술(ICT), 수자원 관리 정보시스템, 사회경제적 영향, 우즈베키스탄

I. 서론

2010년 OECD/DAC 가입 이후 우리나라의 공적개발원조(이하 ODA) 예산 규모는 지속적으로 확대되고 있다. 한국의 ODA는 교육, 공공행정, 보건 의료를 중점으로 성평등, 기후변화대응, 과학기술혁신 등 범분야적으로 확대되었다(한국국제협력단 2017; Kim & Kang 2020). ICT는 개별 분야는 아니나 다른 모든 분야의 기반이 된다. 또한 우리나라의 경쟁력인 ICT를 활용하기 위한 ICT ODA 규모는 꾸준히 증가해왔다(고상원 외 2019; 이희진 외 2021). ICT는 모든 사업 분야에서 필수요소가 되어 가고 있다. 수자원 관리에서도 마찬가지이다. 물은 코이카 중기 전략의 7대 분야이면서, 수자원 관리도 점차 정보통신 기반 수자원 관리 시스템 사업(ICT-based Water Management Systems 또는 Water Management Information Systems)¹⁾이 주류로 자리잡고 있다.

ICT를 활용하는 ODA의 규모가 늘어나면서 ICT 도입으로 인한 효과성에 대한 논의도 활발하게 진행되고 있다. 물 사업도 마찬가지이다. ICT 기반 수자원 관리 사업의 전제는 수자원 정보시스템의 구축이 물 관리의 효율성을 높이고, 경제 및 사회 발전에 이바지할 것이라는 전제이다. 물 분야의 경

1) 수자원을 관리하는 데 활용되는 정보통신기술을 영어로는 ICT-based Water Management Systems, Water Management Information Systems 또는 Water Information Systems로 부른다. 이 논문에서 Water Management Information Systems를 사용하고 이후 WMIS로 사용한다.

우, ICT가 개발도상국의 수자원 관리에 활용되면서 물관리의 효율성과 효과성이 향상되었다는 일반적 성과는 널리 알려져 있다(GWP 2003; ITU 2011). 수자원의 개발과 관리는 농업, 에너지, 기후변화 등 다양한 분야와 연관되어 사회·경제적으로 영향을 미치고, 각 요소 간의 상호작용과 이로 인한 결과를 이해하기 위해서는 심화된 지식이 필요하다. 그런데 여기에 ICT 요소까지 더해진다면 그 복잡성이 커져서 일반적인 프로젝트 디자인 매트릭스만으로 물 분야 ICT ODA의 사업 성과나 영향을 평가하는 데는 한계가 있다(ITU 2011). 수자원 개발과 관리의 루틴과 업무처리 방식이 어떻게 변화했는지 파악하는 것이 중요하고(Calder 2005; Shoemaker & Robichaud 2019), 이는 조직 관리와도 관계가 깊다. ICT는 우리의 삶과 일하는 방식을 근본적으로 바꾼다는 점에서 주요 사회적 영향이다. 그러나 수자원 관리 정보시스템이 가져오는 사회경제적 영향을 평가하는 연구는 드물다. 이를 위해서 새로운 평가 틀이 필요하다.

이에 본 연구의 목적은 다음과 같다.

첫째, 정보통신기술의 사회경제적 영향 평가에 관한 연구를 바탕으로 수자원 관리 정보시스템(WMIS)의 사회경제적 영향을 평가하기 위한 틀을 개발한다.

둘째, 이 틀을 실제 사업에 탐색적으로 적용하여 WMIS의 사회경제적 영향을 파악한다.

셋째, 향후 WMIS 사업의 실행과 평가에 관한 시사점을 제시한다.

이 연구는 2018년부터 2021년까지 우즈베키스탄에서 시범사업으로 실시 하였던 ICT 기반 수자원 관리 사업²⁾을 연구대상으로 한다. 우즈베키스탄은 전형적인 물 부족 국가로서 우리나라는 수자원 분야 ODA를 시행하고 있다. 데이터는 코로나19 상황으로 현장 조사 및 대면 면접이 제한되었고, 온라인 설문과 비대면 면접을 통하여 수집하였다.

2) 우즈베키스탄 ICT 기반의 수자원 정보화 마스터 플랜 수립 및 시설 기반 강화 시범 사업. 한국국제협력단.

II. 문헌 연구

1. 수자원 분야 ICT 활용과 사회경제적 영향에 대한 논의

Roztocki & Weistroffer(2016)는 ICT 활용에 따른 사회경제적 발전을 “개인, 조직 또는 사회 전체에 관련된 사회적, 경제적 상황의 변화나 개선 과정”으로 정의하였고 비즈니스 활동과 서비스를 이 과정의 핵심 매개 요소로 파악하였다. 수자원 관리와 같은 대규모 사업에서 시스템의 도입이 관리 조직에서 개인들의 일(즉 business process)에 미치는 영향들은 별로 다루어지지 않았다. 그리고 이러한 일의 변화는 조직 구조, 변화에도 영향을 미친다는 점에서 중요하다. 수자원 분야에서 비즈니스 활동과 서비스 관련해서 ICT의 역할은 주로 스마트 물관리와 물 거버넌스라는 측면에서 두드러진다.

스마트 물관리는 통합적 물관리를 위해 실시간 ICT 솔루션을 활용하는 것(IWRA & K-water 2018)이다. 주요 구성요소로는 자동화된 정보취합, 정보전달과 참여를 바탕으로 하는 상호연결 및 정보 분석의 지능화이다(Keeling & Sullivan 2012, 6; 이유경·이승호 2018, 167). 스마트 물관리는 기술 인프라이자 플랫폼으로서 수자원 관리를 비롯한 기존 물관리 시스템 내에서 운영 효율 향상뿐 아니라 가정, 산업체, 농업, 환경, 에너지 분야 등 넓은 범위의 기술 분야에 접목된다(Kim & Kang 2020, 10).

물 거버넌스는 사회 여러 계층에서 수자원의 개발과 관리 및 물 서비스 전달을 위해 존재하는 정치적, 사회적, 경제적, 행정적 시스템이다(GWP 2003; Mukhtarov et al. 2018). 물 분야에서 의사결정이 수립되고 이행되며 이해관계자 간 이해관계를 명확히 하고 그들의 문제가 고려될 수 있게 하며 제도적, 행정적 규칙과 절차를 통해 물관리에 대한 책임성을 공식/비공식적으로 부여한다(OECD 2015). 보다 거시적으로 파악하여 국가와 시민사회가 물 관련 공통의 목표를 달성해 나가는 사회적 조정양식 및 통치체계로 파악하는 견해도 있다(이진희 외 2010).

여기서 핵심은 다양한 이해관계자의 참여와 소통이 물 거버넌스의 가장 중요한 원칙이라는 것이다. 이들의 이해관계 정리를 위해서는 물관리에 신뢰성, 전문성, 효율성이 있는 지식기반이 구축되어야 한다(Calder 2005, 299;

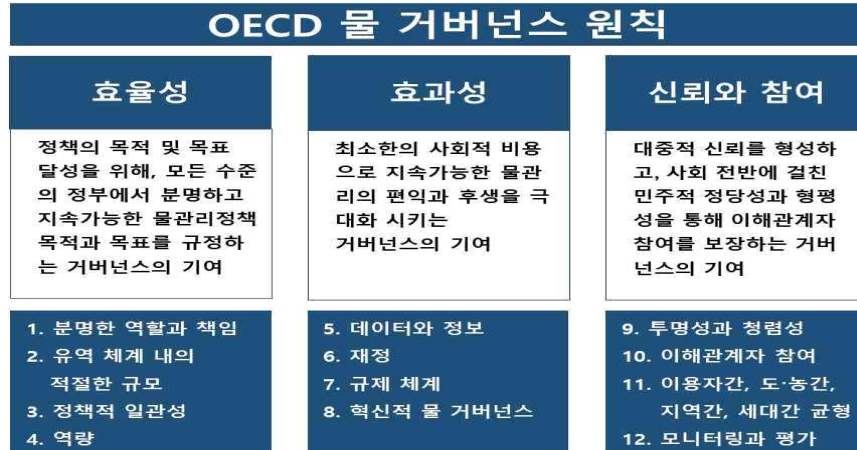
이진희 외 2010, 26). 지식기반이 구축되면 관련 규칙을 통해 데이터 관리를 위한 체계를 공통적으로 만들어 기관 간 정보 공유를 촉진한다(Hoekstra et al. 2011). 이러한 과정에서 조직 내외, 지역간 데이터 및 서비스 통합이 가능하게 된다. 일례로 스페인 Ebro 지역의 수자원 정보화 시스템을 구축시켜 공간데이터 인프라가 수자원 및 관련 서비스에 대한 대중의 정보 접근성을 향상하여 전자정부 성숙도가 증가한 사례가 있다(Latre et al. 2013). 이러한 시스템을 구축하기 위해서는 수자원 분야 각 영역 내 이해관계자가 개발에 참여하는 등 상당한 시간과 비용을 들여야 한다.

2. OECD 물 거버넌스 원칙

2015년 OECD는 물 위기에 대응하기 위한 “OECD 물 거버넌스 원칙” 보고서(OECD 2015)를 발간하였다. 물 분야는 지리적·분야적 특성을 포함하여 본질적으로 다층적인 거버넌스 구조로 이루어지며, 현재의 물 위기는 거버넌스의 위기라고 명시하였다. 또 미래의 문제에 대응하기 위해서는 견고한 물 정책이 필요하며, 정책의 기획과 실행에 규모의 적절성, 적시성, 목표의 측정 가능성, 책무성, 정기적인 모니터링과 평가 등이 뒷받침되어야 한다고 주장하였다.

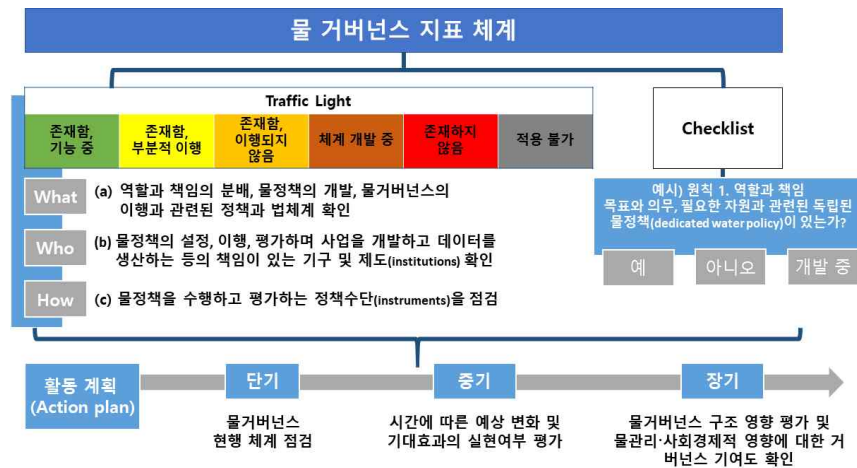
‘좋은 물 거버넌스(Good water governance)’의 실현을 위해 OECD는 물 거버넌스를 ‘물에 관한 공식적·비공식적인 정치적·제도적·행정적 규칙과 관행 및 절차’로 정의하며 이를 통해 의사결정이 수립 및 이행되며, 이해관계자들의 관심이 고려되고, 정책결정자의 책임성을 확보할 수 있다고 하였다. 물 거버넌스 원칙으로는 관리목적(수질, 수량), 용도(가정용, 농업용), 소유 형태(공공, 사유)에 상관없이 거버넌스 설계와 운영 시 고려해야 할 12개의 평가 지표를 효율성(efficiency), 효과성(effectiveness), 신뢰와 참여 세 측면으로 나누어 제시하였다(<그림 1>).

<그림 1> OECD 물 거버넌스 원칙 개요



▪ OECD(2015)의 내용을 바탕으로 직접 작성

<그림 2> OECD 물 거버넌스 이행을 위한 지표 체계 구성 개요



▪ OECD(2018) 및 김은경(2018)³⁾ 내용을 바탕으로 직접 작성

3) 김은경 (2018), “OECD ‘물거버넌스 이행 프레임워크’ 보고서”, https://overseas.mofa.go.kr/oecd-ko/brd/m_20809/view.do?seq=1342763&srchFr=&srchTo=&srchWord=%EC%9D%B4%ED%96%89%20%ED%94%84%EB%A0%88%EC%9E%84%EC%9B%8C%ED%81%AC&srchTp=0&multi_itm_seq=0&itm_seq_1=0&itm_seq_2=0&company_cd=&company_nm=&page=1. (2021년 6월 15일 검색)

물 거버넌스 원칙을 바탕으로 2018년 OECD는 “Implementing the OECD Principles on Water Governance: Indicator Framework and Evolving Practices”(OECD 2018) 보고서를 통해 물 거버넌스 원칙의 이행 지원, 현행 체제의 진단 및 개선점 도출을 위한 물 거버넌스 지표 체계를 제시하였다 (<그림 2>). 이는 다양한 이해관계자의 소통을 바탕으로 단기·중기·장기에 따른 물 거버넌스 체계의 자가 평가 도구이며, 정책체계, 제도, 정책 수단 측면의 36개의 지표와 106개의 점검표, 행동 계획으로 구성되어 있다.⁴⁾

본 연구는 가장 널리 쓰이는 OECD 물 거버넌스 원칙 및 관련 지표를 평가 틀 개발의 출발점으로 삼았다. 수자원 관리 정보시스템의 도입은 거버넌스의 기초가 되는 지식/정보 기반을 확장해 넓은 범위에서 거버넌스 전체적인 측면에 영향을 미친다. 하지만 물 거버넌스의 각 원칙과 수자원 정보화 시스템 특성과의 상관관계를 고려해 볼 때, 직접적인 연관성을 갖는 항목을 다섯 개 선정했다: 1. 분명한 역할과 책임, 4. 역량, 5. 데이터와 정보, 10. 이해관계자 참여, 11. 이용자/세대/지역/세대 간 균형으로 생각된다. 본 연구에서는 이상의 다섯 개 원칙을 중심으로 거버넌스 측면의 영향을 평가하고자 하였으며, 면접 질문지 및 설문 구성에 이를 반영하였다.

3. 사회경제적 영향 평가틀

본 연구에서는 수자원 관리 정보시스템 도입에 따른 사회경제적 영향평가를 위해서 Roztock & Weistroffer (2016)이 제시한 개인, 조직 및 사회 전체에 걸친 변화라는 개념을 출발점으로 한다. 먼저 수자원 관리 분야에서 ICT 도입으로 인한 개인 및 조직 차원에서의 업무 자체 및 업무 프로세스에 대한 변화를 추적한다. 이를 산업 내 영향으로 본다. 수자원 분야는 농업, 에너지, 보건위생 등 다양한 분야 및 산업과 연관되어 있다. 이를 산업 간 영

4) 김은경 (2018), “OECD ‘물거버넌스 이행 프레임워크’ 보고서”, https://overseas.mofa.go.kr/oecd-ko/brd/m_20809/view.do?seq=1342763&srchFr=&srchTo=&srchWord=%EC%9D%B4%ED%96%89%20%ED%94%84%EB%A0%88%EC%9E%84%EC%9B%8C%ED%81%AC&srchTp=0&multi_itm_seq=0&itm_seq_1=0&itm_seq_2=0&company_cd=&company_nm=&page=1. (2021년 6월 15일 검색)

향으로 본다. 산업 내 및 산업 간 영향을 통틀어 경제적 영향으로 본다. 2.2 절에서 보았듯이 물 관리에서 가장 중요한 사회적 영향은 거버넌스의 변화이다. 거버넌스도 정보 공유를 둘러싼 개인 및 조직 차원에서 고찰할 수 있고, 이것이 전 사회 영역으로 파급된다.

(1) 산업 내 영향

수자원 관리 영역 자체 내에서의 영향으로 ICT 도입으로 인한 개인 및 조직 차원에서의 업무 자체 및 업무 프로세스에 대한 변화를 통한 경제적 영향이다. ICT 기반의 수자원정보화 시스템은 기존의 물관리 작업을 수행하는 개인의 비즈니스 활동, 즉 업무 프로세스(Business process)에 변화를 가져온다(Sempere-Paya et al. 2013). 이러한 업무 프로세스의 변화는 조직 내 차원에서의 역할과 책임에 대한 변화를 유발하며, 조직 간 관계에도 영향을 미친다. 이들의 새로운 정보시스템에 대한 평가와 수용/저항에 따라 협력사업의 성과가 좌우될 수 있다. 이러한 변화는 수자원 관리 부분 내에서 관찰할 수 있다.

(2) 산업 간 영향

ICT 기술 도입과 연계되는 ICT 산업 혹은 수자원 관리 분야의 수혜 산업인 농업 및 에너지 산업에 대한 경제적 영향이다.

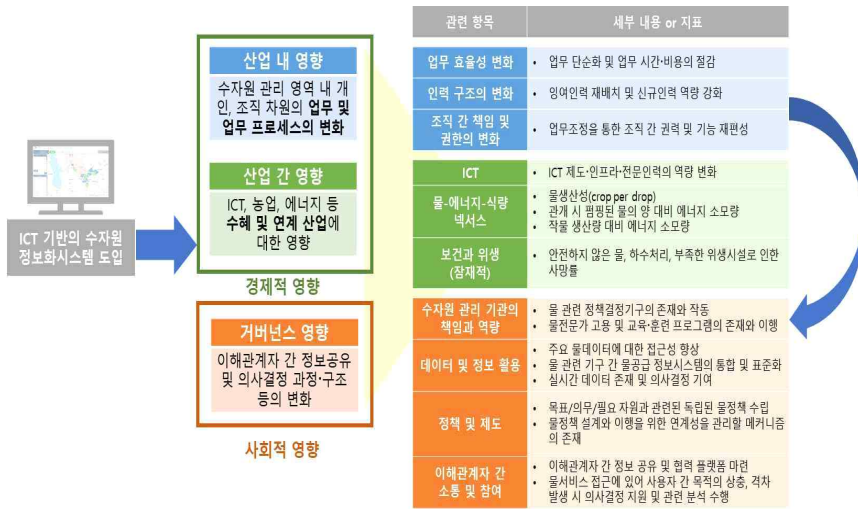
수자원 관리의 효율성 향상은 수자원 관리와 밀접한 연관이 있는 농업 및 에너지 등의 연계 산업에도 영향을 미친다(Mukhtarov et al. 2018; 노태호 외 2012). 농업 및 에너지 산업에 대한 영향은 물-에너지-식량 연계(Water-Energy-Food Nexus) 관점에서 수자원 관리의 변화가 해당 분야에 가져올 수 있는 효과 및 영향을 의미한다. 물-에너지-식량 연계를 통한 영향평가는 시나리오를 기반으로 한 정량적 연구가 일반적이다. 그러나 본 연구에서는 새로운 시스템의 적용 범위가 매우 제한된 시범사업이라는 한계를 지니기 때문에 다루지 않는다. 산업 간 영향은 자체 산업인 수자원 관리 외 산업에 대한 영향을 의미하며, 보건과 같은 다른 산업 부문으로 확장될 수 있다.

또한, 수자원 관리 분야에서의 ICT 활용은 관련 ICT 산업에 대한 수요를 낳으며 이는 ICT 산업 발전의 촉매제가 될 수 있다. ICT 기반의 수자원 관리는 통신 인프라가 갖추어져 있어야 가능하지만, 역으로 ICT 기반 수자원 관리 시스템 도입이 통신 인프라 개선의 계기가 될 수도 있다. ICT 산업에 대한 영향은 ICT 기술 도입에 의한 ICT 산업 내 역량 변화를 의미한다.

(3) 거버넌스 영향

ICT 도입이 물 분야의 사회적·정치적 측면에 미치는 영향이다. 수자원 관리 분야에서의 ICT 도입은 기술적 측면 또는 산업·경제적 측면에만 영향을 미치는 것이 아니다. 업무 프로세스의 변화에 따른 개인 차원의 업무 변화 및 조직 내·조직 간 관계 변화는 책임과 권한, 이해관계자 간 소통 및 의사결정 구조 변화 등 사회적 혹은 정치적 변화를 수반한다(Latre et al. 2013; Linders 2012). 이러한 부분은 거버넌스의 개념으로 이해할 수 있다. OECD의 ‘물 거버넌스 이행 프레임워크’를 바탕으로 하여, ICT 도입과 직접적인 연관이 있는 부분으로 생각되는 수자원 관리 기관의 책임과 역량, 정책 및 제도, 이해관계자 소통 및 참여에 대한 영향을 주 내용으로 한다.

<그림 3> 수자원 정보화시스템 도입의 사회·경제적 영향 평가들



<그림 3>은 기존 ICT의 사회경제적 영향에 관한 문헌과 물 거버넌스에 관한 연구를 바탕으로 본 연구에서 개발한 수자원 관리 정보시스템 도입에 따른 사회경제적 영향 평가 틀이다. 크게 보아서 산업 내, 산업 간 영향은 경제적 영향으로, 물 거버넌스에 대한 효과는 사회적 영향으로 구분한다. 새로운 정보시스템이 가져오는 업무 효율성 변화 및 조직 간 책임 및 권한의 변화 등이 수자원 관리 기간 내 또는 다른 기관과의 거버넌스에도 영향을 미친다는 점에서 화살표로 연결되어 있다.

Ⅲ. 방법론

이 연구는 한국국제협력단이 우즈베키스탄에서 수행한 ‘우즈베키스탄 ICT 기반의 수자원 정보화 마스터 플랜 수립 및 시설 기반 강화 시범’의 시범 사업을 대상으로 한다.

연구 방법으로는 관계자 면접과 설문조사를 실시했다. 면접은 우즈베키스탄 수자원부 산하 IARC⁵⁾ 소속의 현지 관계자와 국내 사업 수행팀(시스템 개발팀, 기자재 설치팀)을 대상으로 실시하였다(<표 1>). 면접 시 반(半)구조화 질문지를 사용하여 사업성과 및 영향에 대한 양측 관계자들의 의견을 파악하고 평가 및 분석에 활용하였다. 모든 면접은 온라인으로 실시하였다.⁶⁾ 영어가 가능한 현지 관계자는 영어로 실시하였고, 그렇지 않은 경우는 통역을 활용하였다. 면접의 질문은 목적에 따라 (1) 데이터의 수집, 관리, 활용에 관한 업무 프로세스 파악, (2) 물 거버넌스 현황 파악 및 ICT 도입으로 인한 예상 변화 파악, (3) 사회경제적 영향평가를 위한 수자원 관련 주요 현안 파악으로 나누어 각 주제에 대한 주요 질문, 하위 질문, 핵심 단어를 포함하도록 질문지를 설계하였다(<부록>). 면접 이후에도 명확하지 않았던 부분이나 추가로 필요하다고 여겨지는 부분은 메신저 및 이메일을 통해 추

5) Information Analytical Resources Center; 수자원 관리 정보시스템 개발을 전담하기 위해 만들어진 조직이다.

6) 원래 면접과 현장 답사를 위한 현지 방문이 계획되어 있었으나 COVID-19으로 현지 방문이 불가하여 온라인으로 수행하였다.

가 질문하거나 관련 정보를 요청하여 내용을 보완하였다.

<표 1> 면접 대상과 일시

면접 일시	소속/참여인원	면접 대상
2021. 03. 11. (목) 7:00 - 8:00 PM (KST 이하 동일)	Project Partner 수자원부 IARC (우즈베키스탄)	- 부장급으로서 2018년부터 프로젝트에 참여; 실질적인 사업담당자; 시스템 도입 시범 사업을 진행 - 우즈베키스탄 측에서 시스템 개발 지 원 및 문제 해결 담당하는 실무자
2021. 03. 26. (금) 2:00 - 3:00 PM	Project Contractor (한국)	시스템 개발 (소프트웨어) 2인
2021. 04. 02. (금) 10:00 - 10:40 AM	Project Contractor (한국)	기자재 설치 (하드웨어) 1인

설문조사는 ICT 솔루션이 설치된 후 이에 대한 평가를 그 내용으로 한다. 설문지는 물관리, 정보 접근성, 거버넌스 세 부분으로 구성하였으며, 각 부분에는 수자원의 관리와 활용, 수자원 관리를 위한 데이터의 수집·관리·활용, 수자원 관리를 위한 정책·제도, 자원, 이해관계자 간 상호작용 등의 과업을 위한 세부 질문들이 포함되어 있다. 설문지는 OECD 물 거버넌스 이행 프레임의 원칙 및 지표를 바탕으로 작성하였다.

설문조사는 수자원 분야에 대한 전문성을 갖춘 현지 컨설팅 업체(NBT)를 활용⁷⁾하여 실시하였다. 설문 대상은 12개 지역 BISA(Basin Irrigation Systems Administration: 지방 수자원시설 관리 감독) 실무자들과 수자원부 산하 조직(IARC, 수자원 이용 관리 감독 부서, 물 문제에 대한 과학 연구기관 등) 직원을 대상으로 2020년 2월 13일부터 3월 24일까지 약 5주에 걸쳐 실시하였다. 조사 기간 총 38명의 응답자가 조사에 응하였다. 응답자의 평균 근무연수는 14년으로 대부분 15년 이하의 근무 경력을 갖고 있으며, 경력 1~5년에 해당하는 응답자 비율이 36.8%로 가장 높았다. 통계적으로 유의미한 결과를 도출하기에는 표본 수가 적은 편에 해당하여 빈도 분석을 실시하였다.

설문의 주요 방식은 온라인 조사이며 피설문자의 인터넷 접속이 여의치 않을

7) 시스템 설치 후 교육/훈련 워크숍 등에서 설문 조사를 실시할 예정이었으나 COVID-19으로 현지 방문이 불가하여 현지 업체를 활용하였다.

때 전화 조사를 하였다. 온라인 설문지의 링크는 각 BISA의 관리자와 직원에게 이메일로 보내고, 완료된 양식은 설문 서버로 즉시 전송되었고 응답자가 설문에 직접 응하였는지 확인하기 위해 연락처 및 이메일 주소를 입력하도록 요청하였다. 전화 설문은 각 BISA 직원에게 연락하여 진행하였고, 전화 설문 결과 또한 온라인 설문과 동일한 서버로 전달하여 조사 결과를 일괄적으로 관리하였다.

IV. 우즈베키스탄 수자원 관리 정보시스템의 사회경제적 영향

1. 경제적 영향: 산업 내 효과

수자원 관리 정보시스템이 도입되기 전 수자원부는 물 정보를 수집하기 위해 여러 복잡한 단계를 수작업으로 거쳐야만 했다. 관측소 현장 직원들은 하루 2-3회 수위 관측소에서 목측으로 데이터를 측정하여 수기로 기록하고, 기록한 데이터를 전화 또는 팩스 등으로 매일 지역관개부서(District Irrigation System)에 보고했다. 지역관개부서는 취합 데이터를 BISA에 보고하고, 같은 방식으로 BISA는 취합 데이터를 수자원부로 보내 수자원부에서 최종적으로 데이터를 통합하는 방식의 업무 프로세스를 지속해오고 있었다(<그림 4>).

통합 및 보고 과정은 수자원부에서 매일 아침에 이루어지는데 약 2시간에 걸쳐 최종적으로 취합된 데이터를 아침 8시에 수자원부 직원들이 문서로 보고 하면, 수자원 균형 부서장, 종합상황실장이 이를 검토한 후 1시간 동안 당일의 정보를 모든 BISA의 종합상황실에 나눠주었다. 데이터의 취합은 전화, 메일, 팩스 등 세 가지 수단을 통해 이뤄지고 있었으며, 주로 전화를 사용하였다. 데이터는 하루에 두 번 얻는데 당일 물 정보에 대한 공유는 매일 아침에 시행되지만 이후 측정 및 보고된 데이터는 변화를 기록하는 데만 사용되었다.

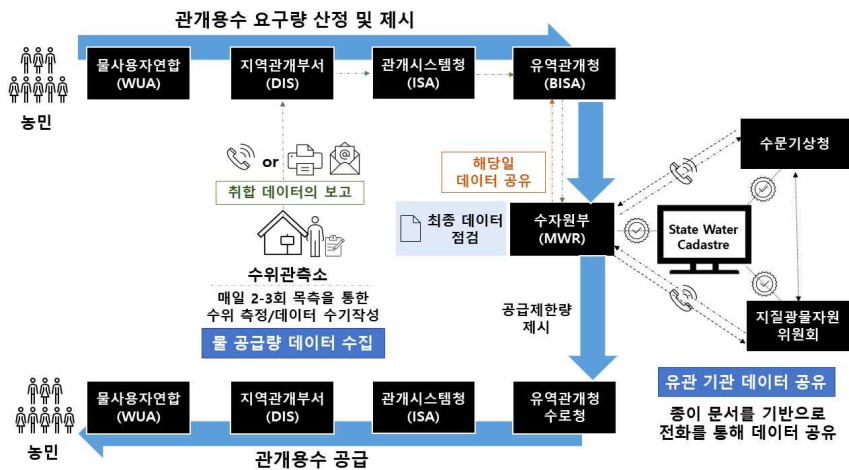
물 데이터의 수집은 우즈베크에 존재하는 약 18,000여 개의 모든 관측소에 대해 이루어지지 못하고, 약 3-400개의 주요 관측 지점에서만 이루어지고 있었다. 기존의 시스템으로는 여러 단계를 거쳐야 하는 과도한 업무량과 시간

및 비용의 부족으로 모든 관측소를 다 관리하는 것은 현실적으로 불가능하다.

당연히 기존의 업무 프로세스는 비효율성이 높았다. 당일의 물 관련 의사결정을 내리기까지 물정보 데이터를 취합하는 과정에서 여러 단계를 거쳐야 하고 이로 인해 시간이 오래 걸리다 보니, 물 데이터에 변경 사항이 생겼을 때 이를 의사결정에 즉각적으로 반영하지 못하는 경우가 많았다. 또한, 데이터에 대한 변경 사항이 생길 때마다 연락을 받고 관련 정보를 수정해야 하고, 이에 따른 업무량이 많아지는 것도 현지에서는 또 다른 문제점으로 인식되었다.

이외에도 주요 관측 지점으로부터만 데이터를 수집하다 보니 수자원 관리 현황에 대한 전반적인 부분은 파악할 수 있지만, 농장 단위나 행정 지역 단위에서 수자원의 상태를 체계적으로 정확하게 이해하고 활용하기는 어려웠다. 전체 관측소가 약 18,000개인데 비해 주요 관측소 3~400개소로부터만 데이터를 수집하는 것은 가용 자원의 활용 측면에서도 인프라 활용률이 5%에 미달하는 등 상당히 비효율적이다.

<그림 4> 수자원 관리 정보시스템 도입 전 업무 프로세스

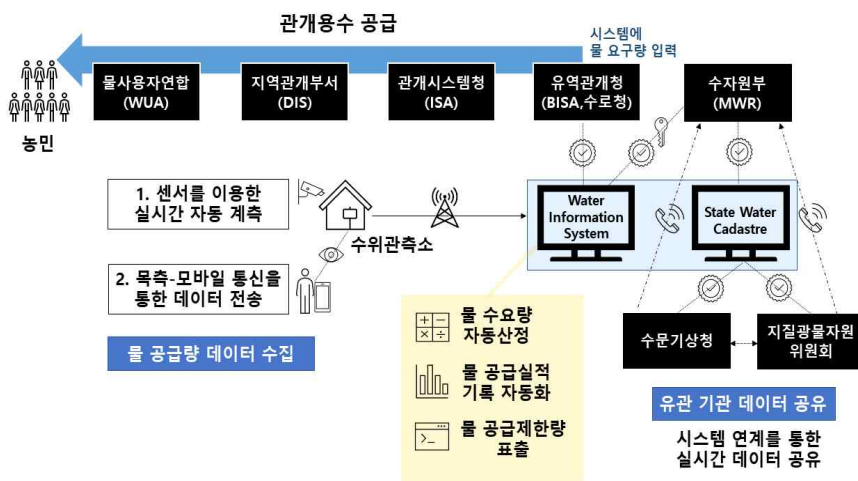


수자원 정보화 시스템이 도입되고 난 후 실시간 데이터의 전송과 확인, 그리고 업무 프로세스에 많은 변화가 생겼다(<그림 5>). 무엇보다 데이터 수집을 위한 업무 프로세스가 비약적으로 단순화되면서 소요 시간도 급격히 감소하였다. 현지 사업 담당자는 인터넷 기반의 수자원 관리 정보시스템을

통해 1시간 단위로 측정되는 실시간 데이터를 하루 1-2회 정도 전송받게 되었는데 통신 환경이 좋으면 실시간 데이터는 웹 시스템에서 바로 확인할 수 있다. 통신 환경이 좋지 못한 지역에서는 기록된 데이터를 시스템에 업데이트하는 과정에 시간이 걸렸다. 또한, 물관리의 주요 업무였던 물 계획을 위한 각종 분석 및 수량 산정이 의사결정 지원시스템을 통해 자동화되어 거의 실시간으로 이루어질 수 있게 되었다. 물론 이러한 기능을 활용하려면 여전히 수동으로 입력, 관리해야 하는 데이터도 있지만 물 수요량을 일일이 계산하여 기록·관리했던 예전에 비해서는 효율성이 비약적으로 개선되었다.

정보시스템의 도입은 조직 간 업무수행 방식도 변화시켰다. 수자원부는 수자원 관리의 또 다른 주요 기관인 수문기상청 및 지질자원광물위원회와 주기적으로 정보를 교환한다. 2019년에 다른 사업을 통해 세 조직 간의 정보 교환을 위한 수자원 지적(地籍; 토지대장) 시스템 (State Water Cadastre)을 설치하였으나 이는 전화와 종이 문서에 기반한 교환 방식이었다. 그러나 수자원 정보화 시스템이 도입된 이후에는 시범 사업으로 설치된 61개 관측소로부터의 데이터가 시스템으로 전송되어 종이 문서를 이용하여 데이터를 공유할 필요성이 사라졌고, 세 기관 사이에 정보를 더 정확하게 주고받을 수 있게 되었다. <그림 3>은 정보화 시스템 도입 이후 업무의 변화는 도식화한 것이다.

<그림 5> 수자원 관리 정보시스템 도입 후 업무 프로세스



2. 경제적 영향: 산업 간 효과

우즈베키스탄의 수자원 관리 정보시스템은 정보통신산업, 농업과 에너지 산업과 밀접한 관련이 있다. 우선 정보통신산업과 관련해서 현지 관계자는 ICT 개발 역량 향상을, 한국 관계자는 자생적인 기술력 향상을 이 수자원 사업과 관련한 주요 성과로 인식하였다. 즉, 사업 진행 과정에서 한국이 관련 시스템을 개발하는 것을 보고 현지 기술자가 직접 개발하기도 하면서 자체적으로 시스템 개발 역량을 쌓았다고 평가하였다.

현지 IARC 부서에서는 수위 데이터를 측정할 수 있는 소형의 센서를 자체적으로 개발하고 UNDP 사업을 통해 수위 관측소를 추가로 설치하였다. 이는 한국이 설치한 시스템을 보면서 학습을 통하여 가능해진 것이라고 한다. 비교적 간단한 기술이기는 하나 수자원 관리 인력이 직접 수위 센서를 개발할 수 있게 되었다는 점에서 현지 ICT 개발역량의 향상을 시사한다. 더불어 본 사업 시행에 따라 타슈켄트 지역에 고도화된 통신 장비인 메인 서버 시스템이 설치되었는데 이를 활용한 통신 시스템의 전반적인 발전 및 개선 역시 수자원 정보화 도입 사업으로 인한 부차적인 혜택으로 파악하였다.

수자원 정보화 시스템의 도입은 현지 내 통신 인프라 현황과 ICT 개발 역량 파악에도 도움이 되었다. 현지 관계자는 본 사업을 통해 우즈베키스탄의 ICT 현황을 파악하고 개선점을 찾을 수 있었다고 말했다. 그리고 이러한 활동이 ICT 발전을 위한 새로운 대통령령의 제정에 영향을 주었다고까지 말하였다. 2018년 2월에 제정된 새로운 대통령령에는 ICT 역량 강화를 위한 권한 이전과 함께 전자정부, 정보화 사회, 디지털 경제, 사이버 보안 등의 주요 의제에 대한 주요 목표가 명시되어 있으며, 이러한 법적 기반 마련은 향후 수자원 정보화 시스템의 고도화에도 긍정적인 영향을 미칠 것으로 보인다.

수자원 관리 효율화를 통해서 직접적인 수혜를 받는 산업은 농업과 에너지 분야이다. 그러나 본 사업은 시범 사업으로서 설치된 시스템의 숫자도 적고, 지역적으로도 한정된다. 따라서 데이터의 부족 등 여러 제약으로 인해 농업 및 에너지 분야에 대한 영향을 정량적으로 파악하기는 어려웠다. 그러나 면접을 통해 수자원 정보화 시스템의 도입을 통해 예상할 수 있는 기대 효과로서 실시간 데이터를 활용한 수자원 관리의 효율화로 투입 자원 대비

물 공급량이 증가한다면 펌프 및 물관리 시설물의 불필요한 에너지 사용을 줄일 수 있으며, 적시·적기에 충분한 물이 공급될 수 있다면 식량 생산성도 늘어날 것이라는 점을 들었다.

3. 사회적 영향: 물 거버넌스에 대한 효과

수자원 관리 정보시스템은 산업 내외에 대한 경제적 영향뿐만 아니라 물 거버넌스 측면에서 사회적 영향을 낳았다. 여기에서는 물 거버넌스에 대한 영향을 수자원 관리 기관의 책임 및 역량, 데이터 및 정보 활용, 정책 및 제도, 이해관계자 간 소통 및 참여 네 가지 측면에서 고찰한다.

(1) 수자원 관리 기관의 책임 및 역량

앞에서 본 바와 같이 수자원 관리 정보시스템의 도입으로 업무 프로세스가 효율화되면서 수자원 관리 인력 및 기관의 책임과 역량에도 변화가 생길 것으로 보인다. 데이터 측정의 자동화는 앞으로 더 많은 관측소로부터 물관리에 관한 정보를 수집할 수 있게 하고, 이러한 측면에서 수자원 관리의 효율성 및 효과성이 향상될 것으로 보인다. 그러나 이러한 편익의 증대는 수자원 관리 전반에 걸쳐 있는 기관들 혹은 그곳에 속한 구성원들에게 균등하게 나타나지 않을 수 있다.

기존 방식에 따라 직접 관측소를 방문하여 관측치를 읽고, 수기로 정리하고, 이를 보고하는 것이 주된 업무였던 목측원과 이들을 관리하는 현장 조직은 점점 그 역할이 축소될 수 있다. 한편 모든 데이터가 모이고 표출되는 수자원부의 관리부서는 그 역할이 더욱 커질 것이다. 따라서 ICT 기반 물관리 시스템으로 기능과 역할이 축소될 수 있는 인력 및 기관에 대한 업무 전환과 새로운 역할 부여, 그리고 새로운 시스템에 대응하기 위한 핵심 수자원 관리 인력의 역량 향상을 위한 교육 및 훈련에 대한 계획이 필요할 것으로 보인다.

특히, 후자와 관련하여 우즈베키스탄 측에서는 자체적으로 개발한 수위 관측시스템을 한국 측 서버시스템에 연결하여 표출하고자 하는 동기를 갖고 있으나, 엔지니어의 기술적 역량 문제로 실질적으로 구현하기 어려운 상태

인 것으로 확인되었다. COVID-19로 인한 상황적 제약으로 현지에서의 시스템 교육이 효과적으로 이루어지지 못한 만큼 전문 인력에 대한 시스템 교육 및 시스템 활용 능력 배양은 더욱 중요한 사항으로 생각된다.

현재 수자원 관련 ICT 기반 시스템을 관리하는 수자원부 IARC는 UNDP 사업을 비롯하여 USAID, GIZ 등 다양한 공여 기관의 원조 사업을 담당하고 있다. 이러한 점에서 코이카의 수자원 정보시스템의 개발도 IARC에서 담당하는 다양한 사업의 일부로 볼 수 있다. 설치된 시스템을 지속적으로 활용하기 위해서는 전문 지식 및 기술을 보유한 인력 확보도 중요하지만, 시스템 관련 업무를 책임지고 수행하기 위한 정확한 역할 정의가 필요하다. 즉, 향후 시스템의 지속성 향상을 위해서는 해당 시스템과 관련하여 IARC 내 명확한 역할 및 책임 정의가 필요할 것이다.

(2) 데이터 및 정보 활용

실시간 데이터를 활용할 수 있게 되면서 핵심 데이터인 수위 데이터를 포함하여 시설물 및 기상 정보 등 수자원 관리를 위한 데이터의 접근성이 향상되었다. 이는 시스템 확장 시 측정가능한 관측소 수의 증가로 더 크게 개선될 것으로 보인다. 하지만 현재 실시간으로 수집되는 데이터는 다양한 이해관계자에게 공유되고 공개되는 것이 아니라 수자원부 중심으로만 이용되고 있다.

향후 수자원부를 중심으로 기관 간 데이터 공유 범위가 점차 확장된다면, 기관 간 물공급 관련 정보시스템의 통합 및 표준화에도 긍정적인 영향이 있을 수 있다. 하지만 이를 위해서는 정보 공유에 대한 기관 간 신뢰 형성 및 협력이 필요할 것이다.

(3) 정책 및 제도

무엇보다도 수자원 관리 정보시스템 사업은 현지의 수자원 관리 분야에서 새로운 발전 전략이 마련되었다는 점에서 사회적, 정책적 기여가 있다.

2020년 2월 발표된 수자원 관리 전략(“The Concept of Development of Water Management Sector of the Republic of Uzbekistan 2030”)에는 수자

원의 효율적 관리 및 합리적 사용에 대한 내용뿐만 아니라 공유하천, 수자원 관리 인프라의 사용 및 관리를 위한 지역 물 협력에 대한 내용이 포함되어 있으며, 특히 전략 실행을 위한 수단으로 ICT 기술 도입 및 활용에 대한 내용이 명시되어 있다. 이러한 정책적 기반 마련은 향후 수자원 관리를 위한 ICT 기술의 적용 및 확장에 있어 촉진제로서 작용할 수 있을 것이다. 그러나 효과적인 전략 이행과 ICT 기술 활용을 위해서는 단순히 전략 마련이 아닌 실질적인 이행을 위한 주기적인 모니터링과 평가체계가 실시되어야 할 것이다.

(4) 이해관계자 간 소통 및 참여

거버넌스 영향 중 가장 긍정적인 부분으로는 정보 공유 활성화를 통한 주요 이해관계자 간의 소통 향상을 꼽을 수 있다. 앞서 언급한 바와 같이 수자원 정보시스템 구축을 통해 물 관리의 주요 기관인 수자원부, 수문기상청, 지질 및 광물자원위원회 간 정보 교환이 더욱 활성화되었으며, 정보의 정확성 및 적시성이 향상되었다. 현지 사업관계자의 말에 의하면 세 기관 외에도 생태환경보호위원회, 공공주택부, 에너지부와의 정보 교류에 도움이 되었으며, 이들은 시스템 개발 후 더 많은 정부 기관과의 정보공유에 대한 기대를 갖고 있는 것으로 나타났다.

정보공유에 대한 중요성과 필요성과 사업 초기 단계에서부터 일관되게 강조되는 부분이다. 그러나 면접 과정에서 드러난 사정은 부서 간, 모든 기관 간 데이터 및 정보공유가 원래 계획한 만큼은 이루어지지 않고 있음을 알 수 있었다. 정보의 보유는 곧 권력의 보유라는 사실을 직관적으로 알게 된 담당자들은 다양한 형태로 정보공유의 효율성을 낮추는 시도 등을 하고 있었다.

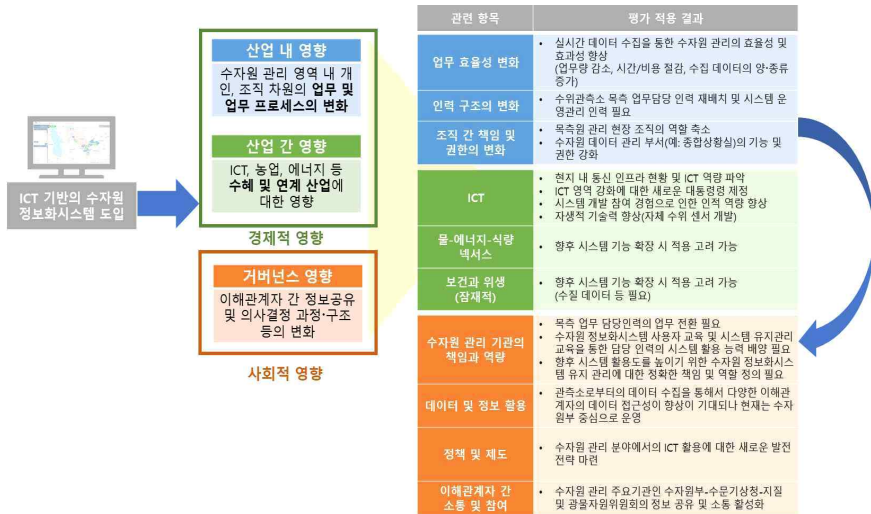
즉, 기관 간의 정보 교환 측면만을 고려한다면 표면적 또는 공식적으로 언급되는 것보다 제한될 것으로 예상된다. 이는 지역적인 특성상 우즈베키스탄에서 수자원 문제를 안보화(Securitization)하여 바라보는 시각도 영향을 끼치고 있다. 수자원 이용 정보에 대한 보안이 중요하게 여겨지는 환경에서 정보 교환의 범위는 제한적일 수밖에 없을 것이다.

한편 사업의 일부로 의사결정 지원시스템이 도입된 제랍선 지역 BISA에서는 수요량-공급량에 대한 실시간 물 수지 분석이 가능하게 되었다. 향후 전국

적으로 각 지역의 BISA에 의사결정 지원시스템이 도입되어 지역별 물 수지 분석이 가능해진다면, 이는 지역 간 물 공급 격차를 밝히고 물 분쟁 발생 시 의사결정을 지원하는 데 도움이 될 것으로 보인다. 과학적 분석을 통한 구체적인 지식 기반은 물 사용에 대한 이해를 통해 이해관계자 간 분쟁 조정에도 도움이 될 수 있다.

<그림 6>은 우즈베키스탄 수자원 정보시스템이 가져온 사회경제적 영향을 산업 내, 산업 간 및 거버넌스 측면으로 나누어 정리한 것이다.

<그림 6> 평가 틀을 적용한 사업 평가 내용 개요



V. 시스템 사용자 및 이해관계자의 평가: 설문 조사

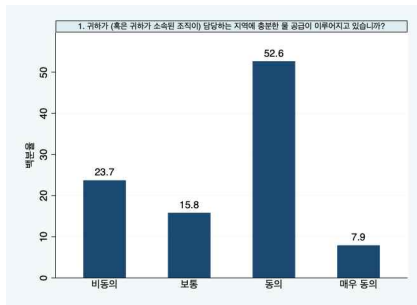
새로운 수자원 관리 정보시스템에 대한 사용자와 이해관계자들의 평가는 대체로 위에서 본 면접 결과와 일치한다. 새로운 정보시스템이 물관리 방식의 효율성 향상에 미친 효과와 데이터 활용 및 정보접근성에 대해서 미친 영향을 긍정적으로 보고 있다.

1. 관리 시스템 평가

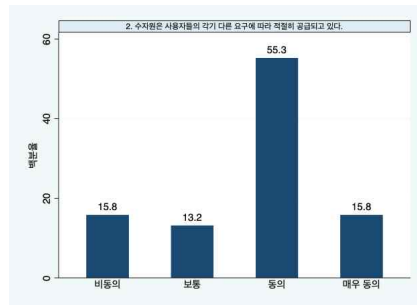
수자원 ODA 사업 시작 후 업무 담당 지역에 물 공급이 충분해졌는지(<그림 7>)에 대하여 약 60%의 응답자가 긍정적으로 답변하였다. 또 수자원이 사용자들의 구체적인 요구에 따라 적절히 공급되고 있는지(<그림 8>)에 대해서 대체로(70% 이상) 긍정적으로 평가했다. 이는 현지 관리자나 관계자는 전반적으로 사업의 효과를 긍정적으로 평가하고 있음을 뜻한다.

또 공급된 수자원의 수질(<그림 9>)에 대해서도 모두 ‘보통’ 이상의 긍정적인 평가를 하였다. 수질에 대한 객관적인 지표를 확인할 수 없는 한계가 있으나 공급수 수질이 조직의 주관적 목표치에 상당 부분 부합하고 있다는 현지의 평가를 보여준다. 또 수질 개선 노력의 여부(<그림 10>)에서도 응답자들의 70% 이상이 긍정적인 응답을 준 것도 긍정적 평가를 뒷받침한다.

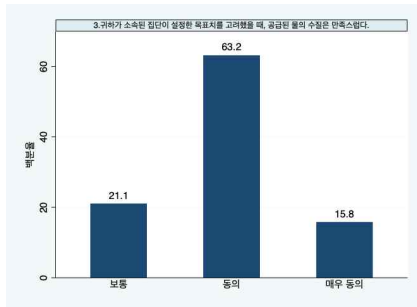
<그림 7> 물 공급



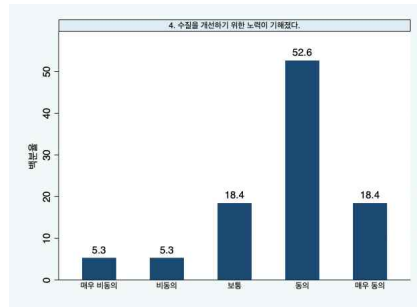
<그림 8> 수자원 분배



<그림 9> 수질 만족도

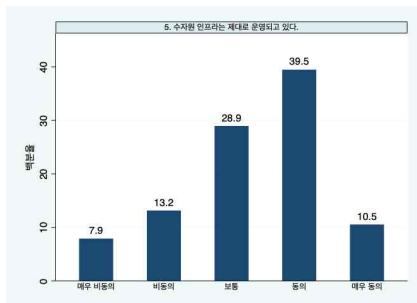


<그림 10> 수질 개선

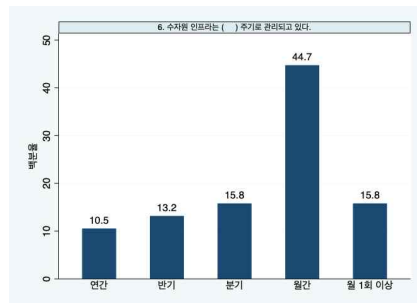


그러나 수자원 인프라 운영(<그림 11>)에 대해서는 상당수(약 20%)가 부정적으로 평가하였다. 수자원 인프라의 관리 주기와 관련해서(<그림 12>) 약 60%의 인프라가 최소 월 1회 수준에서 관리되고 있으나 분기별(15.8%) 혹은 연 1-2회(23.7%) 관리 역시 상당하여 잘 관리되고 있는 시설과 그렇지 못한 시설 간에 차이가 존재함을 알 수 있었다. 또 응답자의 과반수를 상회하는 수치(약 58%, '보통' 포함 시 80% 이상)가 현 수자원 시스템은 사용자의 니즈와 부합하다고 긍정적으로 평가하였다(<그림 13>). 응답자들의 70% 이상이 해당 사업으로 수자원 관리가 지속가능해졌다(70% 이상)고 답하였다(<그림 14>).

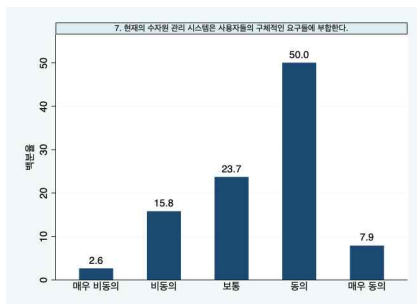
<그림 11> 인프라 운영



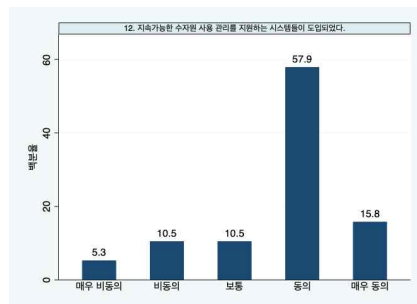
<그림 12> 관리 주기



<그림 13> 사용자니즈부합성



<그림 14> 지속가능성

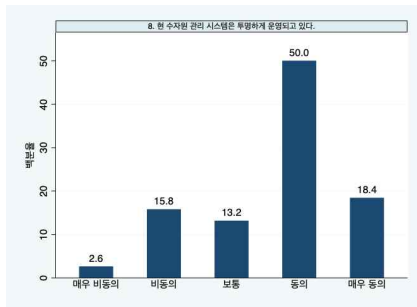


수자원 관리 시스템 운영의 투명성(<그림 15>)에 대해서 약 70%가 긍정적으로 평가하였다. 전체적으로 전반적인 관리자 수준에서 ICT 도입 후 수자원 관리 시스템이 투명하게 운영되고 있다고 평가되었다. 수자원 관리 시스템의 신뢰도(<그림 16>)에 대해서도 응답자들의 약 50%가 긍정적인 답

변을 제출하였다. 그러나 ‘보통’의 응답률(28.9%)도 상당히 높은 편이다.

한편 수자원 관리 시스템의 효율성(<그림 17>)에 대해서는 긍정적 평가(47.3%)와 부정적 평가(28.9%) 모두 적지 않았다. 따라서 수자원 관리 시스템에 투입되는 자원 대비 산출물에 대해서는 응답자들 사이에 평가 차이가 존재하였다. 수자원 관리 시스템이 목표 달성의 측면에서 효과적으로 운영되는지는(<그림 18>) 약 60%는 긍정적으로, 20%는 부정적으로 평가하였다. 이렇게 목표 달성에 수자원 관리 시스템이 높은 평가를 받았으나, <그림 17>에서 보듯 효율성에서는 부정적 평가가 적지 않았듯이 ICT 도입과 관련 현지의 ‘목표’에 대해서 차후 구체적 분석이 필요하다.

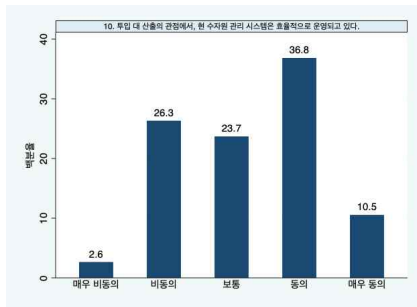
<그림 15> 운영 투명성



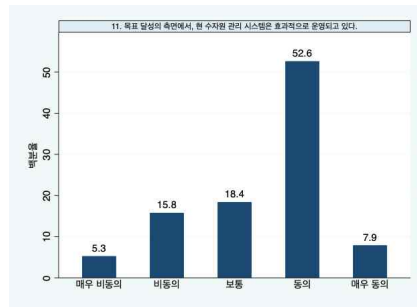
<그림 16> 운영 신뢰성



<그림 17> 운영 효율성



<그림 18> 운영 효과성



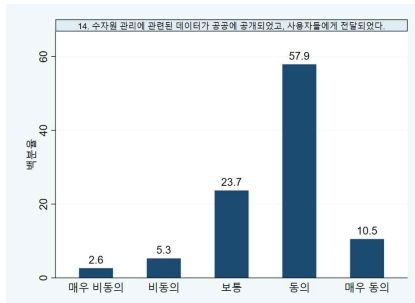
기타 의견으로는 절수기술 도입 및 적용,물관리 시스템 향상, 전자정보 교환 시스템으로의 전환 등 ‘기술’과 관련성이 가장 높았으며(46.7%), ‘해외 관행’, ‘교육’ 등이 동일한 비율(13.3%)로 뒤를 이었다. 이를 통해, 응답자들

은 현지의 기술 부족이 수자원 관리에 관련된 가장 큰 문제점으로 인식하고 있었으며 ‘교육’ 및 ‘해외 관행’ 역시 기술의 발전과 연관이 되어 있다는 점에서 기술적인 지원을 가장 필요로 한다는 것을 알 수 있었다. 이 외에도 민간부문 참여 증대 및 물 사용자의 인식 개선 등에 대한 의견이 있었다.

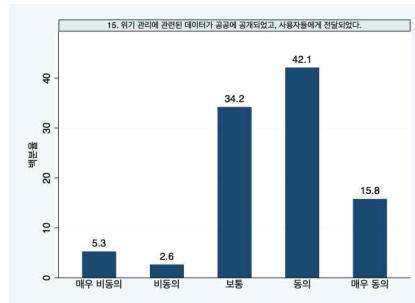
2. 데이터 활용 및 정보 접근성

응답자들의 70% 이상이 수자원 관리 데이터의 공개에 긍정적으로 평가하였다(<그림 19>). 응답자들은 현지의 수자원 관리 데이터가 ICT 도입으로 공공에 공개되어 사용자들에게 원활히 전달되고 있다고 평가하였다. 위기관리 데이터의 공개 여부에 대해서도 약 60%가 긍정적으로 평가하였듯(<그림 20>) 일반적 수자원 데이터 외에도 위기관리 데이터의 공개는 현지에서 ICT 도입으로 인하여 좋은 평가를 받고 있다.

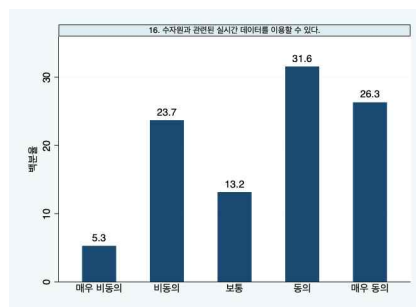
<그림 19> 데이터 공개



<그림 20> 위기관리



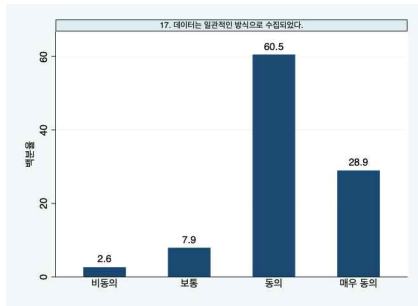
<그림 21> 실시간 이용성



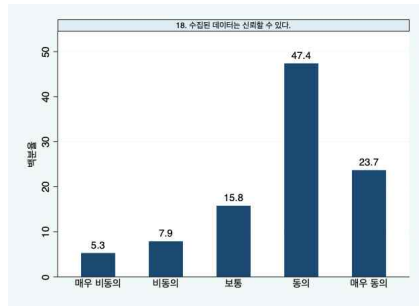
그러나 수자원 관련 실시간 데이터의 제공 및 이용 여부는 58%의 긍정적인 평가 외에도 29%가 부정적으로 평가(<그림 21>)했다. 이는 실시간 데이터의 제공 및 이용 여부에 있어 지역 간 격차가 존재한다는 것을 확인할 수 있다. 앞서 <그림 19>과 <그림 20>를 감안하면 실시간 데이터 제공이 문제가 아니라 데이터를 이용할 수 있는 환경에 지역적 차이가 있어 보인다.

데이터 수집 일관성은 약 90%가 긍정적으로 평가했다(<그림 22>). 수집된 데이터의 신뢰도(<그림 23>)와 관련해서도 긍정적(70% 이상)으로 평가하였으며 부정적인 평가(13.2%)와 상당한 차이가 있듯이 데이터의 수집과 신뢰도에 대해 ICT 도입은 전반적으로 긍정적인 평가를 받고 있다. 데이터 오류 상황에 대응할 수 있는 수정 장치 준비도 약 80%의 응답자는 긍정적으로 대답했다(<그림 24>).

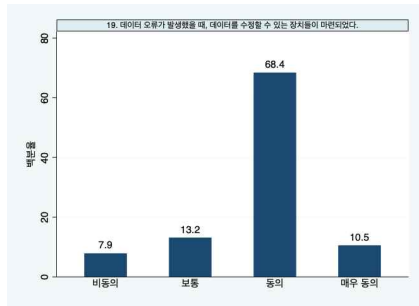
<그림 22> 수집 일관성



<그림 23> 데이터 신뢰성



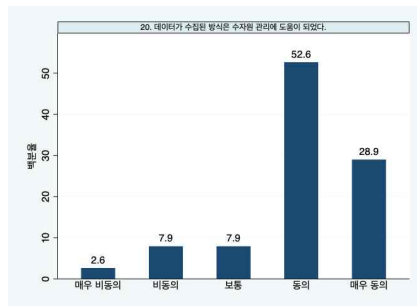
<그림 24> 오류 수정 장치 마련



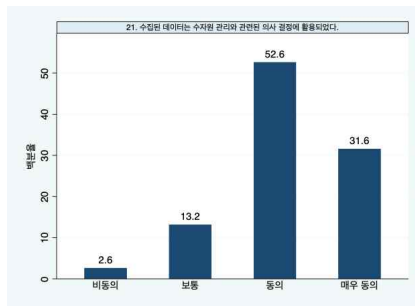
수자원 데이터의 수집 방식이 실질적인 수자원 관리에 도움이 되었다는 평가

(<그림 25>)는 응답자의 80% 이상으로 압도적이었다. 응답자들은 ICT를 통한 데이터 수집은 수자원 관리에 매우 적합하다고 인식하고 있었다. 또 수집된 데이터는 의사 결정 과정에 매우 긍정적(<그림 26>)으로 활용될 전망이다. 수집된 데이터가 실제로 의사결정 과정에서 중요하게 고려되었는지에 대해서(<그림 27>) 부정적인 응답은 없었고 90% 이상이 동의하였듯이 실제로 ICT를 통해 수집된 데이터는 데이터로서 가치와 신뢰가 높아 의사결정에 잘 활용되고 있었다. 또 55.3%는 이 데이터가 사용자가 요구하는 정보를 제공하였다고 평가하였다(<그림 28>). 따라서 전반적으로는 적정 수준에서 사용자들이 필요한 정보를 수집, 제공하고 있으나 지역 간 정보 제공의 정도는 차이가 있음을 확인하였다.

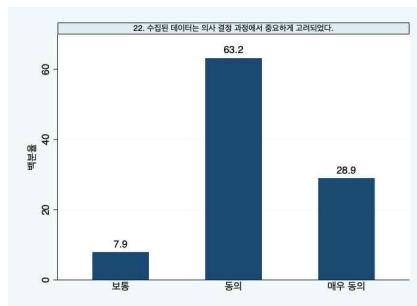
<그림 25> 수집방식



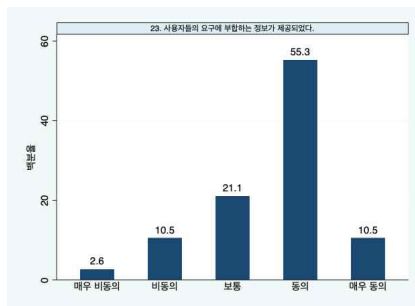
<그림 26> 데이터 활용



<그림 27> 의사결정



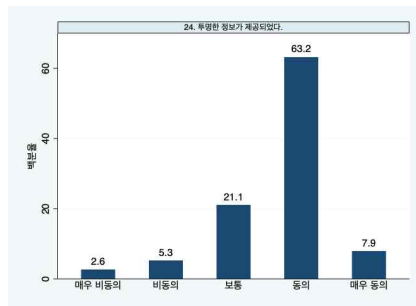
<그림 28> 사용자 요구부합



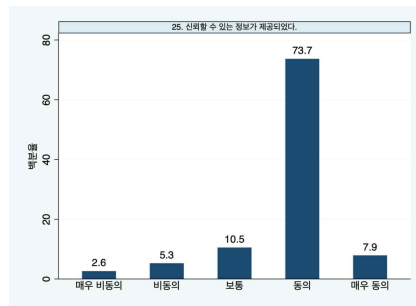
제공된 정보의 투명성에 대해서(<그림 29>) 긍정적인 평가가 전체의 70% 이상을 차지하였고 부정적인 평가(7.9%)와 큰 차이가 있기 때문에 제

공된 정보는 전반적으로 투명하다고 평가되었다. 제공된 정보의 신뢰도(<그림 30>)는 평가자의 73.7%가 동의했으며 부정적인 평가(7.9%)를 훨씬 상회하였는데 제공된 정보는 높은 수준의 신뢰를 얻고 있었다. 정보의 시기 적절성(<그림 31>) 역시 전반적으로 긍정적인 평가(76.3%)를 받았다. 제공된 정보가 실제로 활용되어 수자원 사용 및 관리 개선에 도움이 되었는지(<그림 32>)에 대해서 부정적인 평가는 없었다.

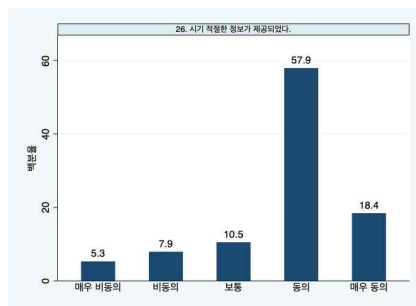
<그림 29> 정보 투명성



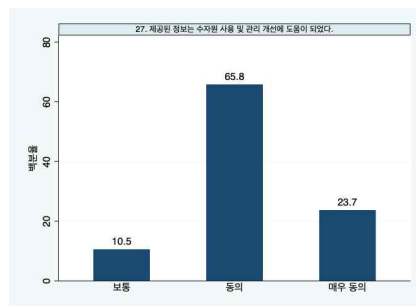
<그림 30> 정보 신뢰성



<그림 31> 정보 적시성



<그림 32> 정보 유용성



VI. 결론

현재 많은 공적개발원조(ODA) 사업은 정보통신기술과 밀접하게 연계되고 있다. 우리나라는 정보통신기술 강국이기에 때문에 이러한 정보통신기술을 활용하는 ODA 사업(ICT4D⁸)은 개발협력에 있어서 수혜국에 기술적 도움

을 충분히 줄 수 있으나, 실제로 사업의 결과물로서 정보통신기술(하드웨어와 소프트웨어의 통합체로서 정보시스템; 본 연구에서는 수자원 관리 정보시스템)을 사용하는 이해관계자들에게 미치는 사회경제적 영향에 관한 평가와 연구는 충분하지 않다. 본 연구는 사회경제적 영향이 발생하는 곳을 해당 ODA 사업이 이루어지는 산업 내(개인 및 조직 차원), 해당 산업과 타 산업간, 그리고 이해관계자들을 둘러싼 사회적 거버넌스로 평가들을 구성하였다. 그리고 이 평가들을 우즈베키스탄의 수자원 관리 정보시스템 사업에 적용하여 사회경제적 영향을 탐색적으로 확인하였다.

주요 결론은 다음과 같다. 첫째로 물관리라는 산업 내 측면에서 접근했을 때, 수자원 정보화 시스템의 도입은 실시간 데이터를 통해 업무 프로세스의 단순화, 업무 속도의 비약적 향상을 촉진하여 수자원 업무의 효율을 높였으며, 이러한 현상은 수자원부 조직 내부 외에도 물관리 주요 기관인 수문기상청, 지질 및 광물자원위원회 조직 간의 업무 프로세스에서도 확인할 수 있다.

둘째로 연계 및 수혜 분야를 다루는 산업 간 측면에서, 수자원 정보화 시스템의 도입은 ICT 분야의 자체 기술 개발 등 ICT 역량 향상을 가져왔다. 나아가서 ICT 산업 발전을 위한 새로운 법령 제정에도 영향을 미쳤다. 또한, 해석상 제약이 존재하나 식량 및 에너지 분야에서는 용수 배분의 효율화를 통한 물 관련 에너지 소모 감소 및 가용 관개용수 확보를 통한 식량 생산성 향상 등이 기대효과가 된다. 하지만 정확한 효과를 예측하는 데는 다양한 변수들을 고려해야 하며, 사업이 지역 또는 전국 규모로 확대되었을 때 측정을 시도할 수 있다.

또한 물 거버넌스 측면에서 수자원 관리 정보시스템의 도입은 물 관리 기관의 책임 및 역량을 변화시켰다. 새로운 시스템의 도입은 새로운 업무와 역할을 의미하며, 기존 업무에 대한 수요가 감소하여 이에 대한 대책이 필요할 것이다. 수자원 관리 정보시스템의 도입은 핵심 데이터인 수위 데이터를 포함하여 물관리를 위한 다양한 데이터 접근성을 높였다. 현재 이러한 데이터는 수자원부를 중심으로 활용되고 있다. 수자원 정보화 시스템의 도입과 관련하여 새로운 수자원 정책 전략 내에도 ICT 기술 활용에 대한 내용이 반

8) Information Technology for Development로 정보통신기술을 활용한 국제개발협력 사업을 칭한다.

영되었으며, 제한적 범위이기는 하지만 수자원 관리 분야의 주요 이해관계자 간 정보 공유가 활성화되어 소통이 원활해졌다.

본 연구가 향후 수자원 관리 정보시스템 사업 및 연구에 주는 시사점은 다음과 같다.

첫째, 수자원 관리는 본질상 전국에 걸친 대규모 사업이고 장기 프로젝트이다. 특정 지역을 대상으로 하는 시범 사업으로는 기대하는 사회경제적 효과를 얻을 수 없다. 본 연구에서도 수자원 관리 정보시스템이 물관리를 넘어서 농업, 에너지, 보건위생 등에 미치는 영향은 가설적으로 상정할 수 있을 뿐이다. 본 연구에서도 확인된 긍정적인 사회경제적 영향을 근거로 장기적인 관점에서 사업을 추진할 필요가 있다.

둘째, 수자원 관리 정보시스템 사업은 여러 공여 기관에서 추진하는 주요한 - 다르게 표현하면 인기 있는 - 사업 아이템이다. 현재 우즈베키스탄에서도 수자원 관련 ICT 기반 시스템을 관리하는 수자원부 IARC가 코이카뿐만 아니라 UNDP, USAID, GIZ 등이 다양한 공여 기관과 사업을 진행한다. 수자원 관리와 같은 대형 기술시스템(large technological systems)이 성공적으로 실행되기 위해서는 표준화를 통한 관련 시스템의 통합이 매우 중요하다. 예를 들어, 각 공여기관이 지역별로 호환성(compatibility)이 떨어지거나 상호운용(interoperability)이 가능하지 않은 수자원 관리 정보시스템을 설치한다면 이는 국가 전체 차원에서 효율성과 효과성이 떨어지는 분절화(fragmented)된 시스템으로 귀결된다. 따라서 WMIS 설계, 개발 및 실행에서는 다른 공여기관과의 정보 공유 및 대화를 통한 표준화에 관한 작업이 반드시 선행되어야 한다.

마지막으로, 정보공유라는 긍정적인 효과와 더불어 정보의 중요성에 대한 인식 또는 '정보는 곧 권력'이라는 생각이 강화되면서 새로운 갈등이 가능성이 감지되었다. 특히 우즈베키스탄에서 엿보이는 물의 안보화를 감안할 때 이런 경향은 더욱 심화될 수 있다. 따라서 WMIS를 둘러싼 조직과 구성원들에게 정보사용 및 공유와 관련된 교육을 변화 관리(Change Management)라는 관점에서 지속적으로 시행할 필요가 있다.

이 연구는 탐색적 연구이기는 하나 다음과 같은 한계를 지닌다.

첫째, COVID-19라는 예기치 못한 상황 때문에 계획된 현지 조사를 수행

하지 못했다. 이런 이유로 시스템이 설치되기 전에 기초선 조사가 이루어지지 못했고, 설문 조사나 면접도 온라인으로 수행되었다. 온라인으로도 최대한 엄밀하게 실시하고자 했으나, 현지 조사를 통한 시스템과 현장에 대한 육안 관찰과 피면접자와 직접적인 접촉을 하면서 얻을 수 있는 풍부한 자료와 지식에는 미치지 못할 것이다.

둘째, 설문 대상자는 주로 수혜 기관이나 관련 기관의 사용자나 관리자 직급이었다. 이들은 대개 새로운 정보시스템이 개발/설치되는 배경(공여국의 개발협력사업)을 잘 알고 있고, 하나의 이해당사자로서 자신의 업무 혹은 기관의 활동에 긍정적으로 대답하는 편향성(bias)을 배제할 수 없다. 또한 현장 방문을 못해서 물을 직접적으로 사용하는 농민 등의 이해관계자를 만날 수 없었고, 따라서 물 사용과 관리에 대한 정확한 평가에는 한계가 있다.

셋째, 현 사업의 시범사업으로서의 한계를 다시 지적하지 않을 수 없다. 특히 소규모 시범 사업으로서 거시 자료가 필요한 산업 간 영향을 볼 수 없었고, 가설적으로 언급하는 데 그쳤다. 이는 앞의 시사점에서도 언급했듯이 대규모 장기 사업을 추진할 때 전문가가 참여하여 평가할 수 있을 것이다.

그동안 정보통신기술을 활용한 개발협력사업(ICT4D), 특히 기후변화의 변경 속에서 점점 중요해지고 있는 정보통신기술 기반 수자원 관리 사업에서 사회경제적 영향이 간과되어 왔고, 이 점에서 본 연구의 기여가 있다. 본 연구를 바탕으로 앞으로 향후 지속적인 연구가 수행되어 개발협력사업의 사회경제적 영향 평가가 활성화된다면 ODA 사업의 근본적 목표인 사회경제적 발전을 이루는 데에 도움이 될 것이다.

<부록> 현지 및 국내 관계자 면접을 위한 반(半)구조화 질문지

면접 질문			
질문 목적	주요 질문(10개)	하위 질문	핵심 단어
수자원 관리를 위한 데이터의 수집, 관리, 활용에 관한 업무 프로세스 파악	<ul style="list-style-type: none"> 수자원 관련 데이터가 수집되고 관리되는 전반적인 프로세스는 어떻게 됩니까? 수집된 데이터는 의사결정에 어떻게 활용됩니까? 기관 및 부처 간 데이터 공유 및 협력은 어떻게 이루어집니까? 데이터 수집, 관리, 활용과 관련하여 개선되어야 할 점은 무엇입니까? 	<ul style="list-style-type: none"> 수집·관리되는 데이터의 종류, 이를 위해 사용되는 도구 및 방법, 이러한 업무를 담당하는 기관 및 인력 등은 어떻게 됩니까? 주요 의사결정은 어떤 상황에서 이루어지며, 의사결정 시 필요 데이터의 취합부터 조치 이행까지 어떤 프로세스를 거치게 됩니까? 타 기관 및 부처와의 데이터 연계 및 활용을 위해 어떤 노력이 이루어지고 있습니까? 	<ul style="list-style-type: none"> a. 프로세스, 주기 b. 측정, 수집, 전송, 보고, 취합, 관리, 의사결정, 공유, 전달, 조치 c. 방법, 도구, 양식, 시기, 빈도, 장소, 담당 부처(기관) d. 부처 간 소통, 협력, 데이터 호환성
수자원 관리를 위한 물거버넌스 현황 파악	<ul style="list-style-type: none"> 수자원 관리에 참여하는 주요 이해관계자들은 누구이며 이들은 어떻게 상호작용합니까? 수자원 관리를 위한 제도적·기술적·재정적 지원은 어떻게 이루어지고 있습니까? 수자원 관련 정책의 목표 달성을 위해 어떠한 노력들이 이루어지고 있습니까? 수자원 관리에 대한 정보의 공개 범위는 어디까지로 설정되어 있습니까? 	<ul style="list-style-type: none"> 이해관계자들 중 누가 주요 의사결정에 참여하며, 이들은 어떻게 협력합니까? 또한 갈등 발생 시 어떻게 해결합니까? 이해관계자들끼리 소통할 수 있는 기회 및 장소가 마련되어 있습니까? 다양한 이해관계자들이 소통에 참여합니까? 수자원 관리를 위한 정책 및 기술 개발, 예산 지원, 조직 구성 및 인력 충원 등이 적절히 이루어지고 있습니까? 수자원 정책 목표 달성을 위한 가이드라인이 마련되어 있습니까? 성과 관리는 어떻게 이루어집니까? 유관기관 외 일반 시민, NGO 등 외부에서도 수자원 관련 데이터 및 자료 액세스가 가능합니까? 	<ul style="list-style-type: none"> a. 이해관계자, 의사결정 제도, 기술, 재정 목표, 성과 관리 정보 공개 b. 상호작용, 소통, 참여, 협력, 갈등, 다양성 법률, 정책, 예산, 조직, 인력 평가, 모니터링 데이터 액세스
사회경제적 영향 평가를 위한 수자원 관련 주요 현안 파악	<ul style="list-style-type: none"> 수자원과 관련된 우즈베크의 사회적, 경제적, 환경적 주요 이슈는 무엇입니까? 이러한 이슈들을 파악하고 이해하는 데 있어 주로 어떤 자료들이 활용됩니까? 	<ul style="list-style-type: none"> 사회적, 경제적, 환경적 영향에 대한 지표들로는 어떤 것들을 참고합니까? 	<ul style="list-style-type: none"> a. 사회적 경제적 환경적 b. 인구, 물수요·공급, 토지 이용, 농업, 식량, 에너지, 기후변화 등 c. 통계데이터, 소셜 데이터, 뉴스 보고서

| 참고문헌 |

1. 논문 및 단행본

- 이유경·이승호 (2018). “한국의 스마트 물 관리 기술 사례연구: 스마트 도시 및 스마트 기술의 개념화를 바탕으로.” 『지역정책연구』. 제29권. 제2호, pp. 149-182.
- 이희진·유성훈·김태은·배진현·차경진·김민진·장승권·조수미·정영찬·섭제임스·박경렬·권호·임문정 (2021). “국제개발협력에서 ICT의 위상.” 이희진 편저. 『국제전문가가 들려주는 ICT4D: 정보통신기술과 국제개발협력』. 한울아카데미, pp. 13-29.
- Calder, I. R. (2005). *Blue Revolution: Integrated Land and Water Resource Management* (2nd ed.). London: Earthscan.
- Hoekstra, A. Y., A. K. Chapagain, M. M. Aldaya and M. M. Mekonnen (2011). *The Water Footprint Assessment Manual: Setting the Global Standard*. London: Earthscan.
- Latre, M. Á., F. J. Lopez-Pellicer, J. Noguera-Iso, R. Béjar, F. J. Zarazaga-Soria and P. R. Muro-Medrano (2013). “Spatial Data Infrastructures for environmental e-government services: The case of water abstractions authorisations.” *Environmental Modelling & Software*. Vol. 48, pp. 81-92.
- Linders, D. (2012). “From e-government to we-government: Defining a typology for citizen coproduction in the age of social media.” *Government Information Quarterly*. Vol. 29, pp. 446-454.
- Mukhtarov, F., C. Dieperink and P. Driessen (2018). “The influence of information and communication technologies on public participation in urban water governance: A review of place-based research.” *Environmental Science & Policy*. Vol. 89, pp. 430-438.
- Roztocki, N. and H. R. Weistroffer (2016). “Conceptualizing and Researching the Adoption of ICT and the Impact on Socioeconomic Development.” *Information Technology for Development*. Vol. 22. No. 4, pp. 541-549.
- Roztocki, N., P. Soja and H. R. Weistroffer (2019). “The role of information and communication technologies in socioeconomic development: towards a multi-dimensional framework.” *Information Technology for Development*. Vol. 25. No. 2, pp. 171-183.
- Sempere-Payá, V., D. Todolí-Ferrandis and S. Santonja-Climent (2013). “ICT as

an Enabler to Smart Water Management.” Mukhopadhyay S. and A. Mason (ed). *Smart Sensors for Real-Time Water Quality Monitoring. Smart Sensors, Measurement and Instrumentation*. Berlin, Heidelberg: Springer, pp. 239-258

Shoemaker, B. and W. Robichaud (2019). *Dead in the Water: Global Lessons from the World Bank's Model Hydropower Project in Laos*. Madison, Wisconsin: University of Wisconsin Press.

2. 기타

고상원·박지현·유성훈·유지수·김종일·이희진·주한나 (2018). “ICT 국제개발협력 (ODA) 사업 평가 및 모니터링 체계 연구(I)(정책자료 18-15).” 정보통신정책연구원.

노태호·전동준·문난경·최희선·오진관·김만영 (2012). “물발자국 개념의 정책적 도입과 활용방안(연구보고서 2012-12).” 한국환경정책·평가연구원.

이진희·김지영·김태형·지용근 (2010). “물환경 거버넌스를 위한 의사결정체계 구축(연구보고서 2010-12).” 한국환경정책·평가연구원.

한국국제협력단 (2017). “KOICA 분야별 중기전략 2016-2020(사업전략 2017-01-057).” 한국국제협력단.

Djumaboev, K., A. Hamidov, O. Anarbekov and Z. Gafurov (2017). “Collective action in the irrigation sector of Uzbekistan: a case study of water consumers' associations (WCAs) in the Karshi Steppe.” International Water Management Institute (IWMI).

GWP (2003). “Effective Water Governance.” Global Water Partnership (GWP).

ITU (2011). “ICT as an Enabler for Smart Water Management (ITU-T Technology Watch Report).” International Telecommunication Union (ITU).

IWRA and K-water (2018). “Smart Water Management Case Study Report.” International Water Resources Association (IWRA) and K-water.

Keeling, M. and M. Sullivan (2012). “Fixing the Future - Why we need smarter water management for the world's most essential resource (Executive Report).” International Business Machines (IBM) Corporation.

Kim, H. Y. and D. Y. Kang (2020). “South Korea's experience with smart infrastructure services: smart water management.” Inter-American Development Bank.

- OECD (2015). “The OECD Principles on Water Governance.” Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD).
- _____ (2018). “Implementing the OECD Principles on Water Governance: Indicator Framework and Evolving Practices.” Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD).
- 김은경 (2018). “OECD ‘물거버넌스 이행 프레임워크’ 보고서.” https://overseas.mofa.go.kr/oecd-ko/brd/m_20809/view.do?seq=1342763&srchFr=&srchTo=&srchWord=%EC%9D%B4%ED%96%89%20%ED%94%84%EB%A0%88%EC%9E%84%EC%9B%8C%ED%81%AC&srchTp=0&multi_itm_seq=0&itm_seq_1=0&itm_seq_2=0&company_cd=&company_nm=&page=1. (2021년 6월 15일 검색)

| 논문투고일 : 2023년 02월 09일 |

| 논문심사일 : 2023년 02월 23일 |

| 게재확정일 : 2023년 03월 15일 |

| ABSTRACT |

**An Evaluation Framework for Socio-Economic
Impacts of Water Management Information Systems:
A Case in Uzbekistan**

Hyejin Im

(Graduate School of International Studies, Yonsei University)

Jooyoung Kwak

(School of Business, Yonsei University)

Heejin Lee

(Graduate School of International Studies, Yonsei University)

This study aims to develop an evaluation framework for socio-economic impacts of Water Management Information Systems (WMIS). Then it conducts an exploratory study in which the framework is applied to examine socio-economic impacts in the WMIS implemented in Uzbekistan. In so doing it identifies socio-economic impacts that have been rarely examined before. Based on previous studies of socio-economic impacts of ICT on the one hand, and OECD's Water Governance Indicator Framework, we developed an evaluation framework consisting of intra-industry (individual and organizational levels), inter-industry, and governance aspects. Data were collected by surveys and interviews. Findings include improved work efficiency in water management (intra-industry) and the embryonic development of local ICT industry (inter-industry). In governance, we see enhanced communication among stakeholders and a possibility of conflicts due to access to water data. This study makes a contribution of providing an evaluation framework of socio-economic impacts beyond technical aspects of

information systems implementations in water management as well as various fields where the use of ICT is increasingly essential.

- Key words: Water, ICT, Water Management Information Systems (ICT-based Water Management Systems), Socio-Economic Impacts, Uzbekistan