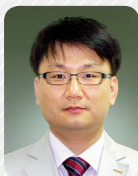


05

농업용 보의 Water-Energy-Food(WEF) Nexus적 접근



이승현
한국농어촌공사 / 수석연구원
shyi@ekr.or.kr

1. 머리말

농업생산기반정비 사업은 토지 생산성과 노동 생산성을 동시에 올릴 수 있도록 구획정리, 용수원의 개발 및 확보, 용·배수로의 신설 및 확장, 농로 정비 등을 수행하는 종합적인 토목사업이다. 주로 재해예방을 위해서는 농촌용수개발사업, 배수개선사업, 수리시설 개보수 사업을 시행하고, 효율적인 영농기반 구축을 위해서 대단위 농업개발 사업, 대구획경지정리 사업, 기계화경작로 확포장사업, 밭기반 정비 사업등을 시행하고 있다.

이러한 생산기반정비사업의 시행결과 저수지, 방조제, 양배수장, 취입보 등 농업생산기반 시설이 설치되게 된다. 이중 농업용 보는 하천을 횡단하는 구조물이다. 초기 설치된 농업용 보는 용수의 원활한 확보와 공급 측면에서 설치가 되어 어도등 하천의 생태적 연결성이 부족하였다.

농림축산식품부는 보을 포함한 농업생산기반 시설의 개보수를 통해 시설물의 기능을 확보하기 위한 노력을 하고 있으며, 해양수산부는 보에 설치된 어도를 개보수하는 사업을 통해 하천의 생태적인 연결성을 확보하고자 노력하고 있다.

본 고에서는 정부의 통합 물관리 정책의 기본 정신에 있어 수량, 수질의 통합에서 환경적 사회적, 경제적 관리를 아우르는 종합적이고 광범위한 관점에서 접근을 시도하는 측면에서 최근 학문 분야에서 시작되고 있는 Water-Energy-Food(WEF) Nexus적 접근을 검토하고 적용할 필요성에 대해 논의하고자 한다.

2. 농업용 보의 현황

농업용 보는 대표적인 농업생산 기반 시설의 일종으로 우리나라에는 방조제 1,597개를 포함하여 총72,789개의 농업생산기반정비 시설이 있고 이 중 농업용수를 취수하기 위한 보는 18,107개로 지하수 관정 다음으로 많은 개소수이다(표 1). 한번 설치된 농업생산기반 시설은 주기적인 개보수

등 관리가 필요한 시설이다. 한국농어촌공사에서는 수리시설개보수사업에 대한 중장기 계획을 수립하고 지속적인 관리를 하고 있다. 현재 중장기 계획에 포함되어 있는 개보수 대상 농업용 보는 1,060개소이다. 최근 발행된 통계연보에 따르면 설치보강된 시설보다 폐지된 시설이 조금 많다(표 2). 이는 대체용수원이 확보되고 농경지의 감소가 지속적으로 이루어져 하천의 연속성을 확

표 1. 농업생산기반 시설 현황
[자료 : 농촌용수 종합 정보 시스템(<https://rawris.ekr.or.kr>), 검색일 : 2018.09.11]

시도	합계	시설물 개수									
		계	저수지	양수장	양배수장	배수장	취입보	집수암거	관정	집수정	방조제
전체	72,786	71,189	17,313	7,052	126	1,055	18,107	2,608	24,866	62	1,597
서울	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-
부산	304	303	97	29	3	2	66	1	105	-	1
대구	580	580	199	70	4	30	60	21	196	-	-
인천	656	562	36	68	-	1	2	27	428	-	94
광주	431	431	136	55	1	1	43	8	187	-	-
대전	388	388	16	25	-	-	97	6	244	-	-
울산	1,119	1,119	348	145	-	3	272	64	285	2	-
세종	487	487	38	24	-	5	88	31	301	-	-
경기	4,469	4,416	349	500	8	56	1,088	267	2,137	11	53
강원	6,292	6,292	317	415	-	19	3,942	90	1,500	9	-
충북	4,524	4,524	761	413	8	29	1,892	155	1,266	-	-
충남	6,933	6,654	898	892	6	199	1,504	389	2,755	11	279
전북	7,175	7,129	2,238	767	13	67	1,418	205	2,400	21	46
전남	10,937	9,950	3,207	868	3	156	1,670	228	3,818	-	987
경북	16,483	16,483	5,490	1,840	8	124	3,179	500	5,339	3	-
경남	11,985	11,849	3,179	937	72	363	2,784	616	3,893	5	136
제주	22	21	4	3	-	-	2	-	12	-	1

표 2. 최근 5년년간 농업생산기반정비 시설 중 보의 설치보강 준공 및 폐지 현황
(자료 : 2016년 농업생산기반정비 통계연보)

연도	설치보강	폐지
2012	10	34
2013	4	10
2014	9	16
2015	46	2
2016	68	104

보하는 과정으로 이해할 수 있다.

3. 보의 연결성을 확보하기 위한 어도개보수 사업

보에 관해서는 해수부에서 2010년도에 실시한 전국의 보 및 어도 실태 조사 전수조사를 통하여 확보된 자료를 바탕으로 2014년부터 2016년도까지 어도 개보수사업을 실시하였고 2017년도부터 본 사업을 추진 하고 있다(그림 1). 국가하천 및 지방하천에 설치되어 있는 보의 개소수는 총 33,905개소이고 설치된 어도 개소수는 5,231개소에 불과하다. 1개보에 2개 이상의 어도가 설치되어 있는 경우가 있어서 표 3에 제시된 설치율 15.4%는 단순한 계산상

의 값으로 실제로는 그 이하의 설치율일 것이라는 추정이 가능하다. 해수부에서는 지속적인 조사와 사업을 통하여 어도 개보수사업의 대상과 우선순위를 선정하고 하천의 연속성을 효과적으로 확보할 수 있도록 노력하고 있다(표 3).



그림 1. 어도 개보수사업의 추진 경위
(자료 : 해양수산부, 한국농어촌공사, 2018. 어도개보수사업 지자체 교육자료)

표 3. 하천의 보 및 어도 설치 현황(2017)
[자료 : 국가어도정보시스템(<http://www.fishway.go.kr/>) 검색일 : 2018.09.11]

시도	보	어도	설치율
합계	33,905	5,229	15.40%
서울	189	24	12.70%
부산	115	16	13.90%
대구	288	37	12.80%
인천	16	0	0%
광주	138	27	19.60%
대전	300	59	19.70%
울산	738	57	7.70%
세종	259	15	5.80%
경기	3,251	402	12.40%
강원	2,765	751	27.20%
충북	1,618	343	21.20%
충남	4,054	307	7.60%
전북	4,158	792	19%
전남	4,775	843	17.70%
경북	4,504	579	12.90%
경남	6,737	977	14.50%

4. WEF의 개념과 적용의 확장

최근까지 지구촌에서는 물, 에너지, 식량을 별개의 자원으로 생각하고 생산·소비해 왔으나 최근에는 세 자원간의 지속가능한 확보와 이용을 위해 상호 연계성이 부각되고, 연계된 모든 자원의 생산, 공급, 소비 효율성 증대에 집중하여 기술, 사회, 정책, 법 등을 포함한 다각적 측면의 자원 효율성을 증대하는 방향으로 물-에너지-식량(WEF) 넥서스적 접근을 요구하고 있다(이와 최, 2018).

물, 식량 등의 자원 확보와 지속가능성과 관련하여 자원 관리를 위한 통합적인 논의는 세계적으로 다양하게 이루어져 왔다. 식량과 에너지 수요의 증가는 근본적으로 물 수요의 증가를 가져

왔고, 이는 농업을 위한 수자원 개발과 에너지 생산을 위한 수자원 개발이 각각 이루어지거나 복합적으로 개발되기도 하는 것처럼, 농업과 타분야 사이에 경합이 되기도 하고 다른 용수 이용에 제약이 되기도 하였다. 결국 근본적으로는 수자원의 개발의 한계와 지속가능성을 걱정하는 결과를 빚게 되었다. 문제 해결 방법으로 제시하고자 하는 물, 에너지, 식량 자원의 연계성을 해석하여 통합적인 관리방안을 제시하기 위한 넥서스(Nexus) 개념은 2011년에 비로소 구체화된 것으로 판단된다(최진용 등, 2018). 뿐만 아니라 물-에너지-식량(WEF) 넥서스 개념에 생태적 자원도 그 범위에 넣어 물-에너지-식량-생태계(WEFE)의 개념까지 확장되고 있고 그 사례도 보고되고 있다(표 4, 그림 2).

표 4. Drina 강 유역의 넥서스 연계성 (자료 : 2017, UN)

Sectors involved	Water	Energy	Food/Land	Ecosystems
Water		<ul style="list-style-type: none"> Hydropower production from multipurpose reservoirs Electricity production at risk during floods Energy needs for water treatment (currently largely lacking) 	<ul style="list-style-type: none"> Agricultural water supply from multipurpose reservoirs Settlements at risk of flooding 	<ul style="list-style-type: none"> Pollution from wastewater and solid waste (lack of appropriate disposal and treatment) Flood control from multipurpose reservoirs Hydromorphological alterations by water management infrastructure
Energy	<ul style="list-style-type: none"> Altered river flow due to uncoordinated hydropower operations Water needed for hydro- and thermal-power production Pumped storage potential for integrating renewable energy in the grid 		<ul style="list-style-type: none"> Potential new land use for non-hydro renewable energy (solar and wind) Potential for biofuels in the region 	<ul style="list-style-type: none"> Environmental flows compromised by lack of environmental regulation or enforcement in the energy sector Ecosystems compromised by expansion of small hydropower (also in protected areas)
Food/Land	<ul style="list-style-type: none"> Increase in water needs due to expansion of irrigated areas and increased frequency of droughts Water and groundwater quality affected by agricultural discharges Groundwater largely used for drinking, in some cases for irrigation 	<ul style="list-style-type: none"> Potential for installation of small scale renewable energy sources in the agricultural and eco-tourism sectors Potential for biomass production associated with the wood industry 		<ul style="list-style-type: none"> Land/soil degradation and pollution from intensive agriculture Alteration the hydro-morphology of the river caused by sand and gravel extraction Pollution from tourism Beneficial effects and synergies between eco-tourism, organic agricultural production, and high value natural farming
Ecosystems	<ul style="list-style-type: none"> Clean water needed for biodiversity conservation Key ecosystem services* for the water sector: provision of freshwater, wastewater treatment 	<ul style="list-style-type: none"> Key ecosystem services for the energy sector: carbon sequestration and storage (forests), provision of energy resources 	<ul style="list-style-type: none"> Key ecosystem services for the food/land use sectors: provisioning of raw materials and food, moderation of extreme events, erosion prevention and preservation of soil fertility, pollination, biological control 	

* Classification of ecosystem services from The Economics of Ecosystems and Biodiversity(TEEB) website: <http://www.teebweb.org/resources/ecosystem-services/>

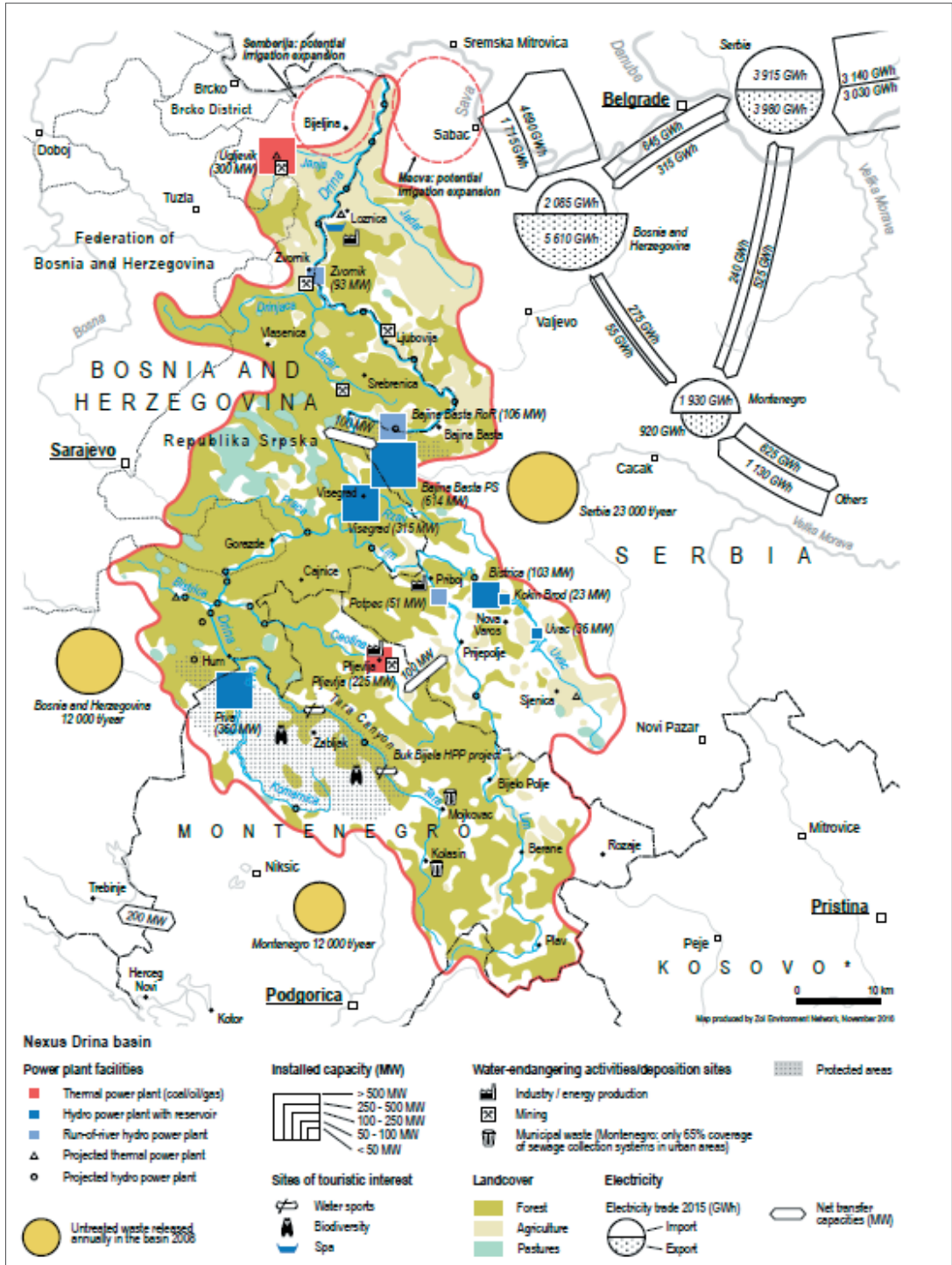


그림 2. Drina 강 지역의 WEF넥서와 생태계가 고려된 개발 계획도
(자료 : 2017, UN)

5. 마치면서

정부가 추진하고 있는물관리 일원화 정책도 단순한 수량 수질의 통합 관리가 아니라 생태적, 경제적 관점의 통합관리를 요구하고 있다. 기술중심에서 자연과 사람중심의 보 관리의 인식 전환 필요하다.

농업생산기반정비사업의 결과물로 발생한 여러 시설들이 72,786개소에 이른다. 사람도 정기적으로 건강 검진을 받고 문제가 발생하면 치료와 관리를 한다. 기계도 정기 점검을 받고 수리가 필요하면 조치를 받게 된다. 세상이치가 다 그러하다. 농업용 시설물도 마찬가지 이치이다. 주기적인 점검과 유지관리를 하고 있다. 특히 보와 어도에 있어서도 예외는 아니다. 주기적인 조사와 점검으로 보와 어도의 기능을 확인하고, 어도가 없는 곳은 신규로 설치하고, 있는 곳은 문제점을 발견하여 제기능을 발휘하도록 해주어야 할 것이다.

인류가 시대를 거듭할수록 지식이 늘어가고 기술이 발전해 가고 있다. 새로이 설치하고 기존의 것을 개보수할 때 과거의 기준을 고수하거나 주변의 요소들과의 조화를 잊어서는 안될 것이다. 원래 하천이 있었는데 우리는 필요에 의해 보를 설치하였다. 보가 설치되니 어류생태계와 내수면 자원에 문제가 있어 어도를 설치하게 되었다. 어도를 설치하니 수량 확보가 어려운 문제가 다시 나타난 경우도 있다.

인식의 전환이 필요한 시기기는 이미 도래했다. 여러 문제를 종합적으로 보자는 이야기는 우리사회 여러 곳에서 이미 진행되고 있다. 농업용 보의 신설과 개보수, 어도의 신설과 개보수에 있어

도 여러 전문가와 이해관계자들의 의견을 수렴하여 시행 착오를 최소화해 가는 노력이 필요하다. 이를 위해서는 이해관계자들의 거버넌스 구축을 통해 대화와 타협의 협치가 절대적으로 필요하다. 하천의 보에 대한 올바른 이해와 관리로 서로가 상생하는 방향으로 생태계가 복원되고 관리될 필요가 있다.

본고는 저자가 2018년 9월 6일 2018년 춘천물포럼에서 발표한 "농업용 보의 실태와 관리 방안"이라는 주제발표 자료에 기초하여 글로 다시 작성한 내용임.

사사 : 본 성과물의 일부 자료는 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호 : PJ 01343505)의 지원에 의해 이루어진 것임.

참고문헌

1. 국가어도정보시스템(<http://www.fishway.go.kr/>)
검색일:2018.09.11.
2. 농림축산식품부, 2017, 2016년 농업생산기반정비 통계연보
3. 이승헌, 최은희, 2018, 글로벌 농업 전망과 물-에너지-식량 넥서스 동향, 농어촌과환경 Vol. 140(3):115-140.
4. 최진용, 이윤희, 허승오, 2018, 기후변화 대응 시나리오 기반의 물-에너지-식량 넥서스 통합 기술 개발, 전원과자연 Vol. 60(3):53-60.
5. 해양수산부, 한국농어촌공사, 2018. 어도개보수 사업 지자체 교육자료
6. UN, 2017, Assessment of the water-food-energy ecosystems nexus and benefits of transboundary cooperation in the Drina River Basin.