

(Session) AO-B1-0390

Assessing the ecological restoration value of brackish water zone in Republic of Korea

29 November 2021

K-water Institute
Hyo-Yeon Choi



Contents

- 1. History of Korea's Water Policy**
- 2. A Case of Conflicts between Development and Environment**
- 3. Estimation of Ecological Restoration Value**
- 4. Main Results**
- 5. Concluding Remarks**



A stylized graphic of a water drop containing a landscape with a pagoda, mountains, and a tower. The background is a dark blue gradient with a pattern of white dots and lines. The water drop is a lighter blue and contains a white and light blue illustration of a traditional Korean landscape. In the foreground, there is a curved, layered structure resembling a dam or a modern architectural element. Behind it are several triangular mountains. To the left, there is a traditional Korean pavilion (Seogeomjeong). In the background, a tall, slender tower with a spherical top and a cross-like structure at the very top is visible.

History of Korea's Water Policy

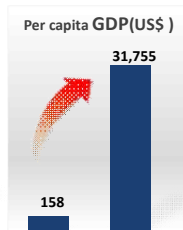
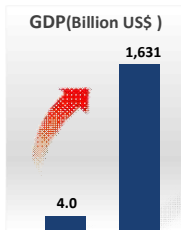
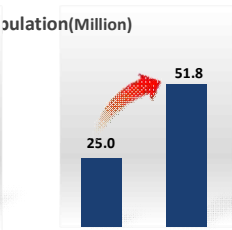
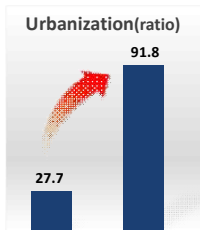
History of Korea's Development



Fastest Economy Growth in world



Performance overview(1960 vs. 2020)



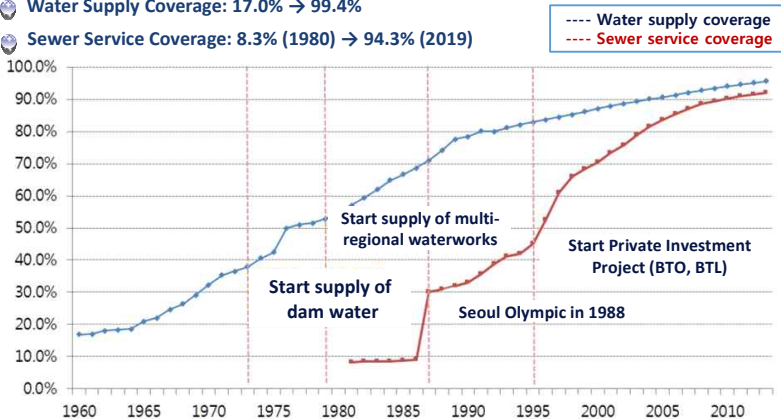
History of Korea's Development



Success story supported by Water service provision

Water Supply Coverage: 17.0% → 99.4%

Sewer Service Coverage: 8.3% (1980) → 94.3% (2019)



Water Policy Path in Korea



Development of multipurpose dams for water supply, flood protection, hydropower

1965-80
Industrialization

- Soyanggang Dam (1973)
- Andong Dam (1977)

2009~

Climate Change

Sustainable water management for climate change



1981-90

Choice & Concentration

Development of multi-regional supply systems

2001~2008

Eco-Friendly Strategy

Eco-friendly development & management of water resources



1991-2000
Phenol Accident

Sewerage Enlargement

Nakdong River Estuary



Development VS. Environment



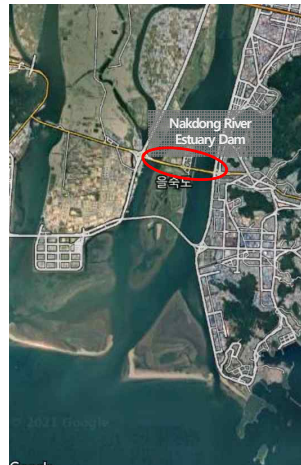
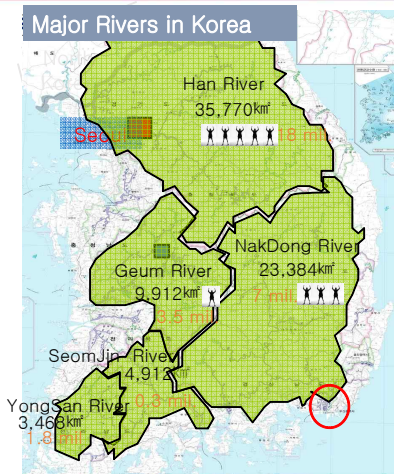
A Case of Conflicts between Development and Environment



Location of Nakdong River Estuary



Major Rivers in Korea



Footprint of Nakdong River Estuary Dam



Nakdong River Estuary Dam

-  **1983**
Started construction
-  **1987**
Started operation
-  **2019**
Empirical study on opening gates for short span
-  **2021**
Trial opening gates for long span



Functional Aspects of the Barrage



- Nakong River estuary is regulated by a 2,400-meter-long barrage built in 1987 to control the inflow of seawater into farmland and secure drinking and agricultural water for nearby regions, including Busan, Ulsan and South Gyeongsan Province.



Usage	Capacity(m ³ /day)	Supply Area
Residential Water	3,104,000	Busan, Ulsan, Gimhae etc. (# people consumed 4.6million)
Industrial Water	1,280,000	Busan, Ulsan
Environmental Flow	116,000	Busan
Agricultural Water	5,361,000	Busan, Gimhae, Yangsan



Ecological Aspects



- The brackish water ecosystem, formed by the meeting of freshwater and seawater at the estuary, has a unique environmental values.
- Especially, Korea has unique river environments that are largely different from other countries.
 - While discharge coefficients (the differential between a river's peak amount and it lowest) in other rivers like Frances's Seine and England's Thames range from 8 to 110, Korean rivers have a much higher range of 71 to 272.
- The estuary of the Nakdong River is a representative habitat for migratory birds in Republic of Korea and has abundant ecological resources.



Backgrounds



- However, the biodiversity of the river, which plays a vital role in the estuary ecosystem, had been diminished since the establishment of the barrage, as it limited water flow.
 - The Korean Ministry of Environment(2015.8) 'Feasibility Study for Ecological restoration of Nakdong River Estuary' written in Korean.
- Thus, two parties have been in conflict over the opening of the Nakdong River estuary.

In favor of opening the gates

for restoration of the ecological value of the estuary
and fishery productivity improvement

vs.

Against opening the gates

for stable water supplies

- The gate-opening project was started in 2019 to restore and protect the biodiversity of the estuary, and by its third opening in July 2020, the possibility of improvement was confirmed as the estuary's ecospecies including eels and anchovies were found again in the waters upstream of the gates.

Backgrounds



- ❁ For more than 30 years, there has been a conflict with different views on the opening of the Nakdong River Dam : for securing water supply and restoring ecological values.
- ❁ The opening gates of the Nakdong River estuary dam is a representative example of the conflict between development and the environment.
- ❁ In order to resolve long sustained conflicts, the estuary dam has been experimentally opened since 2019 to monitor changes in the ecosystem and invasion of saltwater. It is also seeking ways to supply the water secured by the construction of the dam.
- ❁ These efforts are in fact costly, and in order to efficiently utilize economic resources, decision makers must consider the feasibilities of various alternatives.
- ❁ In this context, this study was intended to provide quantitative information on ecological restoration value of Nakdong River estuary.

A stylized illustration of a landscape, possibly representing a traditional East Asian setting. It features a pagoda on the left, a tall tower with a spire in the center, and several mountain peaks on the right. The foreground shows a curved path or a body of water. The entire scene is enclosed within a circular frame. The background of the slide is a dark blue gradient with a pattern of white dots and lines, suggesting a digital or data-driven theme.

Estimation of Ecological Restoration Value



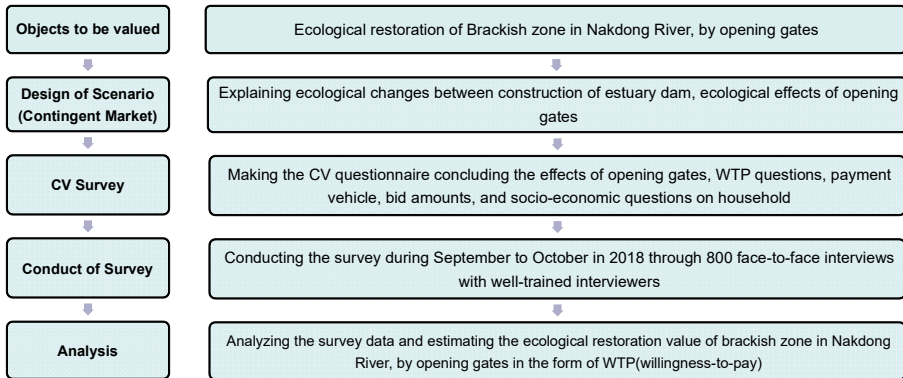
Methodology : contingent valuation

- Ecological restoration value of Nakdong River brackish zone cannot be traded in the market due to its uniqueness and irreproducibility.
- Consequently, a non-market valuation technique is essential for assessing its economic value.
- Owing to its flexibility and applicability, the contingent valuation(CV) method is the most popular method employed for valuing environment good.
- CV method estimates the willingness-to-pay of non-market goods, including environmental goods, by designing a believable contingent market.
- This study seeks to meet the recommendations by the blue-ribbon National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) Panel in order to produce reliable estimates : face-to-face interviews with well-trained interviewers, familiar payment vehicle, and other conventions.

Estimation Methods



A process of CV



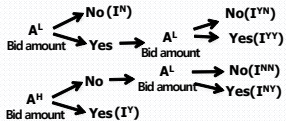
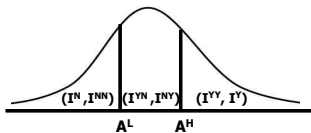
- Survey on whether visit estuary, habitat for migratory birds, awareness of ecological restoration
- Estimation environmental value of restoration brackish zone in Nakdong River

WTP model

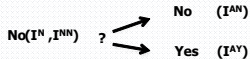
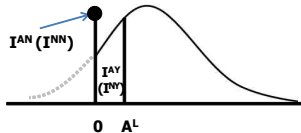


Based on the utility difference model in Hanemman(1984, 1989)

Adaptation OOHB DC model
for consistency and efficiency



Applying Spike model in Kriström(1997)
to deal with zero responses



CV questionnaire



낙동강 하구 생태 복원에 대한 의견

※ 조사원은 응답자들에게 다음 내용을 읽어주시시오.

낙동강 하굿둑은 바닷물 침입을 막아 부산, 울산, 창원 등의 지역에 생활, 농업, 공업용수를 공급할 수 있도록 건설되었습니다. 과거 낙동강 하구는 **민물과 바닷물이 섞여 만나는 기수역**으로 독특한 생태가치를 지니고 있었습니다. 과거에는 **재첩 및 장어** 등의 어족자원이 풍부하였고, **생물 서식지가 다양하게 발달**되어 있었습니다. 또한 낙동강 하구는 국내의 대표적 연철새 **도래지**로 국내에서 관찰되는 500여종의 새 중 약 300종이 낙동강 하구에서 관찰됩니다. **[보가갯도리, 모정시]** 그러나 하굿둑 건설로 낙동강 기수역 생태계가 크게 줄어들고, 물고기를 비롯한 생물종류 및 수가 크게 감소하였습니다. 또한 낙동강 하구를 찾는 철새종류 및 철새도래지 면적도 감소하였습니다.

최근 낙동강 기수역(강과 바다가 만나는 곳) 생태계를 복원하고자 하굿둑 개방이 추진되고 있습니다. 하굿둑이 개방된다면 장기적으로 **낙동강 수질오염 문제가 개선**되고, **기수역(민물과 바닷물이 섞여 만나는 곳) 및 습지면적이 확대**되어 기수역에 사는 **재첩, 장어 등 다양한 어족자원과 바다에서 강으로 돌아오는 희유성 어종**이 돌아올 것입니다. 또한 **철새종류와 철새가 머무는 곳도 확대**될 것이며, **여러 생물들이 살 수 있는 곳이 다양하게 발달**할 수 있을 것으로 기대됩니다.

한편 **낙동강 하굿둑이 개방**된다면 부산, 울산, 창원 등의 지역에 대한 **용수공급이 지장**을 받게 됩니다. 따라서 현재와 같이 용수를 공급하기 위해서는 취수시설 등을 이전하여야 합니다. 이러한 사실 이전에는 많은 비용이 들어갈게 되어 귀하의 가구가 부담하시는 **수도요금**이 일부 인상될 수 있습니다. 많은 사람들이 그 비용을 지불하려하지 않는다면 취수시설 이전이 어려워 낙동강 기수역(민물과 바닷물이 섞여 만나는 곳) 생태계는 복원되기 어렵습니다. 하지만 많은 사람들이 비용을 지불할길 동의한다면 취수시설 이전과 함께 낙동강 하굿둑 개방을 통한 기수역 생태계 복원이 가능합니다.

- E1. 귀하께서는 이 설문지를 받기 전에 낙동강 하구에 대해 얼마나 알고 있었습니까?
 ① 아주 잘 알고 있다 ② 조금 알고 있다 ③ 전혀 모른다
- E2. 귀하께서는 낙동강 하구 인근 지역을 방문한 경험이 있으십니까? ① 있다 ② 없다
- E3. 귀하께서는 하구(예, 금강 하구 등)나 연안(예, 순천만, 서해안 철새도래지 등)에서 한 번 이상 철새관찰 등의 생태해 보신 적이 있습니까? ① 있다 ② 없다
- E4. 귀하께서는 최근 몇 년간 낙동강 하구 기수역(민물과 바닷물이 섞이는 곳) 생태계 복원을 위한 논의가 진행되고 있다고 믿고 계십니까? ① 아주 잘 알고 있다 ② 조금 알고 있다 ③ 전혀 모른다

※ 설문조사원은 각 가구당 **향후 5년간 매월 1회 지불**하는 것이며, 이 지불금액은 낙동강 기수역(민물과 바닷물이 섞이는 곳) 생태계 복원을 위한 취수시설 이전에만 사용되는 것임을 반드시 주시지려 주십시오.

이제 귀하의 가구가 낙동강 하굿둑 개방을 통한 낙동강 기수역(민물과 바닷물이 섞이는 곳) 생태계 복원을 위해 얼마나 지불하실 의사가 있는지를 알고자 합니다. 만약 귀하의 가구가 지불에 동의하신다면 그 금액은 향후 5년 간 귀하의 가구가 추가적으로 부담해야하는 월 수도요금을 통해 중당하게 됩니다. 귀하 가구의 소득은 제한되어 있고 그 소득은 여러 용도로 지출되어야 한다는 사실을 고려하신 후 다음 질문에 신중하게 대답하여 주시기 바랍니다. 덕분에 귀하의 월 수도요금 수준도 생각하신 후 답변하여 주십시오.

A항 [Q5, Q6을 제시받은 응답자의 절반에 해당하는 질문입니다]

- E5. 귀하의 가구는 낙동강 하굿둑 개방을 통한 낙동강 기수역(민물과 바닷물이 섞이는 곳) 생태복원을 위해 **매월 1회** 수도요금 (Q5) _____ 원을 추가적으로 지불하실 의사가 있습니까?
 ① 있다 ⇨ **E6로 가십시오** ② 없다 ⇨ **E7으로 가십시오**
- E6. 그렇다면 귀하의 가구는 낙동강 하굿둑 개방을 통한 낙동강 기수역(민물과 바닷물이 섞이는 곳) 생태복원을 위해 **매월 1회** 수도요금 (Q6) _____ 원을 추가적으로 지불하실 의사가 있습니까?
 ① 있다 ⇨ **Part F로 가십시오** ② 없다 ⇨ **Part F로 가십시오**



회유성 및 기수역(바다와 강이 만나는 곳)에 사는 물고기



하굿둑 건설이전 풍부했던 어족자원





낙동강 하류 철새도래지 및 관찰되는 철새

낙동강 하류 철새도래지(천연기념물 179호)



도요물떼새(희귀종)



고니(천연기념물)



저어새(천연기념물)



Main Results

Setting bid amounts



- Conducting survey for setting the range of bid amounts, by asking 100 people to WTP of ecological restoration in Nakdong River Estuary in the form of open-ended question

※ 설문조사원은 각 가구당 향후 5년간 매월 1회 지불하는 것이며, 이 지불금액은 낙동강 기수역(민물과 바닷물이 섞이는 곳) 생태계 복원을 위한 취수시설 이전에만 사용되는 것임을 반드시 주지시켜 주십시오.

이제 귀하에 가구가 낙동강 하구둑 개방을 통한 낙동강 기수역(민물과 바닷물이 섞이는 곳) 생태계 복원을 위해 얼마 마나 지불하실 의사가 있는지를 알고자 합니다. 만약 귀하에 가구가 지불에 동의하신다면 그 금액은 향후 5년 간 귀하에 가구가 추가적으로 부담해야하는 월 수도요금을 통해 충당하게 됩니다. 귀하에 가구의 소득은 제한되어 있고 그 소득은 여러 용도로 지출되어야 한다는 사실을 고려하신 후 다음 질문에 신중하게 대답하여 주시기 바랍니다.

Q5. 귀하에 가구는 낙동강 하구둑 개방을 통한 낙동강 기수역(민물과 바닷물이 섞이는 곳)의 생태복원을 위해 매월 1회 수도요금을 추가적으로 지불하실 의향이 있으십니까?

① 없다. ⇒ Q6으로 가십시오

② 있다. (최대 _____ 원/월) ⇒ 다음 Part로 가십시오

[Response distribution according to bid amounts]

제시금액 A^i (A^j)	표본수	첫 제시금액이 A^i 인 경우				첫 제시금액이 A^j 인 경우			
		Y-Y	Y-N	N-Y	N-N	Y	N-Y	N-N-Y	N-N-N
500 (1,000)	115	23	5	26	3	30	6	21	1
1,000 (3,000)	114	11	14	27	5	3	17	31	6
2,000 (4,000)	114	9	8	29	11	6	10	34	7
3,000 (5,000)	115	4	6	31	17	8	8	35	6
4,000 (6,000)	114	9	5	28	15	6	2	38	11
5,000 (8,000)	114	3	8	38	8	3	5	39	10
7,000 (10,000)	114	1	4	34	18	1	3	43	10

Main results



[Estimation results of WTP model]

	OOHB Model estimates (<i>t</i> -value)	OOHB spike model estimates(<i>t</i> -value)
Constant	0.193 (1.67) [#]	-0.272 (-3.83)**
Bid Amount	-0.443 (12.6)**	-0.339 (-16.38)**
Spike	-	0.57 (32.58)**
Log-likelihood	-565.8	-884.6
Wald Test (<i>p</i> -value) ^a	310.6 (<0.001)	337.6 (<0.001)
Number of Observations	800	

[Estimation results of WTP for ecological restoration in Nakdong River estuary]

	OOHB 모형 추정치 (<i>t</i> -값)	OOHB-Spike 모형 추정치 (<i>t</i> -값)
월간 지불의사액 (원/가구)	437 (1.79) [#]	1,673 (14.17)**
95% confidence intervals (KRW/household-month)	[-73 ~ 885]	[1,464 ~ 1,925]

#, ** indicates statistical significance at the 10% and 1% levels, respectively.

- The estimated mean WTP per household were KRW 1,673 (OOHB-Spike model case) per month, in form of additional water tariff



Concluding Remarks

Concluding Remarks



- ⚙ For more than 30 years, there has been a conflict with different views on the opening of the Nakdong River Dam : for securing water supply and restoring ecological values.
- ⚙ The opening gates of the Nakdong River estuary dam is a representative example of the conflict between development and the environment.
- ⚙ It is important to narrow the sharp differences between the two sides and lead to a social consensus. This study tried to provide quantitative information on the ecological value of brackish zone in Nakdong River by applying CV method and estimating WTP for ecological restoration.
- ⚙ The estimated mean WTP per household were KRW 1,673 (OOHB-Spike model case) per month, in form of additional water tariff

Thank you for Listening

