

## 환경저감화 시설에 대한 비용편익분석 : 광양만 사례연구

### Benefit Cost Analysis on Mitigation of Environmental Impacts Using Contingent Valuation Method : The Kwangyang Harbor Case

강희용\* · 정승진\*\* · 김규한\*\*\* · 편종근\*\*\*\*

Kang, Hee Yong · Jung, Seung Jin · Kim, Kyu Han · Pyun, Chong Kun

#### Abstract

This study is to investigate the effect of environmental mitigation in relation to the construction of quay structures for containers and to estimate economic values of environment-friendly structures using CVM. The result shows that the B/C ratio of environment-friendly quay structures designed to mitigate environmental impact is 4. That is, environmental improvement work proves to generate environmental benefit over 4 times as much as the construction cost. Considering the results of the study, environmental improvement work is of great benefit to citizens, and CVM is expected to become an efficient method to measure a proper size for a large construction project as well as to forge public consensus.

Keywords : CVM, mitigation impact, B/C, economic values

#### 요 지

본 연구에서는 컨테이너전용 안벽 구조물을 축조함에 있어서 적절한 환경영향저감화를 실시하고, 이러한 환경공생시설을 대상으로 CVM을 이용한 경제적 가치 평가를 수행하였다. 분석결과, 개발시 환경영향저감화의 개념에 의해 고안된 환경공생형 호안 시설 사업비에 대한 B/C는 4배 정도에 달하는 것을 알 수 있었고, 이는 환경정비 사업의 경우 시민들에게 비용대비 몇 배 이상에 달하는 환경배려 효과가 있다는 것을 확인할 수 있었다. 이상과 같은 결과로 미루어 볼 때, 환경정비를 고려한 대상사업의 수익성은 상당히 높은 것이라 판단되며, 본 연구에서 사용된 CVM은 최근 연안역에서 이루어지는 각종 대규모 건설사업의 적정규모도출 및 시민과의 공감대 형성에 기여할 수 있는 기법으로서 유용하게 이용될 수 있을 것으로 기대된다.

핵심용어 : CVM, 환경영향저감화, B/C, 경제적 가치 평가

#### 1. 서 론

##### 1.1 연구배경

환경을 도외시한 채 추구되어온 급속한 경제성장과정에서 우리나라의 환경은 심하게 오염되고 파괴되었지만, 1980년대 후반에 이르기까지 환경문제는 성장제일주의에 가려 충분한 관심을 끌지 못했을 뿐만 아니라 심지어 은폐되기에 급급했다. 최근에 들어서야 비로소 환경문제의 심각성에 대한 인식이 확대되고 쾌적한 환경의 중요성을 깨닫게 되면서 여러 분야에서 환경문제와 관련된 연구가 활발히 진행되고 있다.

특히 최근 연안해역 개발에 따라 부가적으로 발생하는 환경악영향에 관한 문제가 사회적 관심사로 부각되고 있으며, 개발과 보전 중 어느 쪽이 인간의 삶을 위해 유리한 것인지에 대한 서로의 공방이 한층 심각한 상태에 이르고 있다.

이러한 환경영향문제를 최소화시키기 위해 환경공생형 구조물과 환경보전 및 환경창조사업에 대한 관심이 높아지고 있으며, 사업의 실시에 있어서 경제성 평가 또한 중요한 과제로 인식되어지고 있다. 일반적으로 공공사업의 경제적 타당성은 투자에 대한 효과(편익)를 분석하기 위한 비용대편익 분석(B/C)에 의해 평가되어져 왔으나, 환경사업에 대한 경제 가치평가는 주로 CVM(Contingent Valuation Method)이라고 하는 조건부가치추정방법이 일반적으로 사용되어지고 있다.

##### 1.2 기존연구 및 목적

CVM은 환경재에 대한 응답자의 지불의사금액을 유도하는 방법에 따라 구분되어질 수 있다. 처음에는 대상 환경재에 대한 최대 지불의사금액을 직접 대답하도록 하는 개방형 지불의사 유도방법이 이용되었다. 그 후 특정 금액에서 출발해

\*정회원 · 현대건설(주) 전무이사(E-mail: yong21@hdec.co.kr)

\*\* (주)대우건설 토목기술팀(E-mail: jungsj@dwconst.co.kr)

\*\*\*정회원 · 관동대학교 SOC공학부 교수(E-mail: kkhkim@kd.ac.kr)

\*\*\*\*정회원 · 명지대학교 토목환경공학과 교수(E-mail: ckpyun@mju.ac.kr)

응답자의 응답결과에 따라 계속적으로 금액을 제시하여 지불의사금액을 유도하는 연속적 경매법도 사용되었다. 그러나 경매법은 처음에 제시되는 특정 금액에 따라 응답자의 지불의사액이 유의한 영향을 받게되어 출발점 편향(starting point bias)가 발생한다는 점이 지적되면서 사용을 기피하게 되었다. 한편 개방형 지불의사 유도방법은 상대적으로 오랫동안 사용되었지만 응답자에게 생소한 환경재의 가치를 평가하도록 하는 방식이기 때문에 지불의사 유도질문에 대한 높은 불응답을 및 지나치게 높거나 낮은 금액 응답 등의 문제가 있었다.

이를 보완할 수 있는 방법으로 제안된 지불카드를 이용한 개방형 질문방법은 개방형 질문이 지닌 단점을 완화시킬 수 있었지만 지불카드에 제시된 상하한 금액에 의해 응답자의 지불의사액이 영향을 받게 되는 범위편향(range bias)의 발생 가능성이 높다고 밝혀졌다. 이들 방법에 비해 Bishop과 Heberlein(1979)에 의해 제안된 양분선택형 지불의사 유도방법은 제시된 금액에 대해 단 한번의 양분선택적 응답만을 하도록 하여 기존의 다른 방법들이 지니고 있는 편향을 극복할 수 있도록 하였다.

그러나 단일 양분선택형 지불의사 유도방법은 개방형 지불의사 유도방법에 비해 자료의 효율성 상실이 크다는 단점을 지니고 있으며, 제시되는 금액을 심각한 고려 없이 긍정하거나 부정하는 경우에 발생한다고 볼 수 있는 무조건적 긍정 또는 부정 편향(yes-saying or nay-saying bias) 및 출발점 편향의 심리학적 근거가 되는 정박효과(anchoring effect) 발생 가능성이 지적되고 있다.

한편, Carson과 Hanemann(1992)은 단일 양분선택형 지불의사 유도방법의 효율성 상실을 만회할 수 있도록 이중 양분선택형 지불의사 유도방법을 제안하고 있다. 이 방법은 첫 번째 제시금액에 대한 양분선택적 응답결과에 따라 한번 더 금액을 제시하여 그에 대한 응답을 자료화한다. 따라서, 단일 양분선택형 지불의사 유도방법보다 자료의 효율성을 높일 수 있고 제시금액 설계가 잘못되는 경우에도 이를 정정할 수 있다는 장점을 지니고 있어 최근 CVM연구에서 주로 사용되고 있다.

CVM에 관한 국내의 연구는, 신동원(1987)이 초보적인 개방형 지불의사 유도방법을 이용하여 대기질의 가치를 측정하였으며, 곽승준(1993)은 지불카드를 이용한 개방형 지불의사 유도방법을 사용하여 안전한 수돗물의 가치를 측정하였고, 윤여창(1994)과 이기호(1996)는 단일양분선택형 지불의사 유도방법을 이용하여 각각 약수터의 가치와 한강수질 및 4대강 수질개선의 가치를 측정하였다.

한편, 2단계 2항선택형 지불의사 유도방법을 이용한 연구로는 윤여범(1996)의 농촌 전원주거환경가치평가와 신영철(1997)의 한강수질개선편익추정 등의 연구가 있으며, 최근에는 교통정보제공시스템도입에 대한 비용편익추정에도 CVM이 이용되어진바 있다(손영국 외, 2002). 이처럼, 다양한 분야에 걸쳐 환경재의 가치평가가 수행되어지고 있지만, 현재까지 항만분야에는 아직 적용한 사례를 찾아보기 어려운 실정이다.

따라서, 본 연구는 2단계 2항선택형 지불의사 유도방법을 이용하는 CVM방식을 채택하고 CVM에 의해 수집된 자료

를 Weibull 분포를 가정한 생존분석모형을 적용하여 항만컨테이너터미널의 환경공생시설에 대한 편익을 산정하였고 그에 따른 지불의사액을 확인함으로써 환경공생시설사업의 투명성을 확보하고자 하였다. 또한 항만공사 환경저감화 시설에 대한 CVM의 현지적용성을 검토함과 동시에 시민이 요구하는 환경공생시설 규모의 타당성을 검토하였다.

## 2. CVM의 분석모형

생존분석(survival analysis)은 주로 생물통계학, 의료통계학, 공업통계학 등에 이용되는 통계기법이다. 예를 들면, 동물실험으로 생존 기간을 조사할 때, 실험을 개시하고 나서 10일 후, 30일 후, 100일 후에 관찰한다고 하자. 표본 중에는 10일 후의 관찰로 사망이 확인되는 것도 있지만, 100일 후에도 생존하고 있는 것도 있다. 이러한 자료로부터 평균적인 최대 생존 가능기간(생존기간)을 통계적으로 조사하는 것이 생존분석방법이다.

CVM으로 지불의사액(willingness to pay : WTP)을 추정하는 경우도 마찬가지이다. 2항 선택방식에서는 각 회답자에게 1000원, 3000원, 6000원의 제시액을 나타내지만, 회답자중에는 1000원에서도 NO라고 대답하는 사람이 있으면, 6000원에서도 YES라 회답하는 사람도 있다. 이러한 자료로부터 평균적인 지불의사액을 추정하는 것이다.

제시액이  $T$ 일 때의 생존함수를  $S(T)$ 라고 하면, 회답자  $i$ 의 WTP가  $T_{Li}$ 로부터  $T_{Ui}$ 의 구간에 포함되어 분할되는 확률은 식 (1)과 같다.

$$\Pr [T_{Li} < WTP_i < T_{Ui}] = S(T_{Li}) - S(T_{Ui}) \quad (1)$$

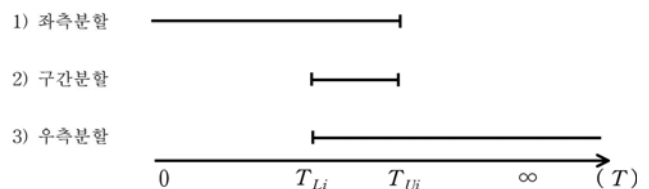
회답자  $i$ 의 WTP가 0으로부터  $T_{Ui}$ 의 구간에 포함되어 좌측에 분할되는 확률은 식 (2)와 같다.

$$\Pr [0 < WTP_i < T_{Ui}] = 1 - S(T_{Ui}) \quad (2)$$

회답자  $i$ 의 WTP가  $T_{Li}$ 로부터  $\infty$ 의 구간에 포함되어 우측에 분할되는 확률은,

$$\Pr [T_{Li} < WTP_i < \infty] = S(T_{Li}) \quad (3)$$

라고 표현할 수가 있어, 식 (1)~ 식 (3)을 이용하여 지불의사액을 추정하게 된다.



Turnbull(1974)의 비 매개변수 추정에서는  $S(T)$ 의 분포함수를 특정화하지 않고 매개변수를 추정하지만, 매개변수 추정에서는 누적 분포함수를 가정하여 매개변수를 추정한다. 이 경우 생존함수로서는 식 (4)와 같은 Weibull분포(Ascher, 1981)를 일반적으로 이용하고 있으며, Weibull분포는 매우 유연하고 모형 적응성이 좋은 것으로 알려져 있다. 생존함수의 위치 및 축척 매개변수의 추정은 회답자  $i$ 가 지불의사액이 있는 구간에 있는 것으로부터 최우법을 이용해 우도함수

를 최대로 하는  $\mu$  및  $\sigma$ 를 추정한다.

$$S(T) = 1 - \exp\left[-\exp\left(\frac{\ln T - \mu}{\sigma}\right)\right] \quad (4)$$

$\mu$  : 위치(location) 매개변수

$\sigma$  : 축척(scale) 매개변수

이 때, WTP의 평균치와 중앙치는 다음의 식 (5),(6)과 같으며(강희용, 2003), 여기에서  $\Gamma$ 은 Gamma함수이다.

$$E[WTP] = \exp(\mu) \Gamma[1 + \sigma] \quad \text{평균치} \quad (5)$$

$$WTP_{50\%} = \exp(\mu) [-\ln(0.5)]^\sigma \quad \text{중앙치} \quad (6)$$

### 3. CVM의 실시와 표본조사

#### 3.1 대상사업의 개요

본 연구의 대상지역은 그림 1에 나타난 바와 같이 한반도의 남단부에 위치한 광양항인데, 부산항과 함께 세계로의 대표적인 관문으로 중요한 역할을 담당하고 있다. 특히, 향후 국가발전에 있어 중요한 역할을 담당할 것으로 기대되어 현재 정비가 활발히 진행되고 있는 실정이다.

그러나, 본 연구의 대상해역인 광양만은 각종 항만 및 준설공사 등으로 인해 지속적인 환경부하가 발생되고 있는 지역이며, 3-2 컨테이너 터미널 안벽공사 또한 광양만의 환경

에 영향이 미칠 것으로 예상된다. 따라서, 이러한 환경악영향(개발에 의한 impact)을 최소화하기 위해, 적절한 환경영향저감화를 실시할 경우, 공사비 측면에서 또 다른 영향을 초래하게 된다. 또한, 적절한 환경영향저감화기법을 동원하여 환경을 배려한 공사를 실시하여도 시민들과의 의견조정에는 아직 어려움이 많이 남게 된다. 따라서, 이러한 경우 CVM을 통해 시민들의 의견을 수렴하고, 그 통계적 해석을 바탕으로 시민의 의견이 반영된 환경을 배려한 공사규모를 도출하는 것이 바람직할 것이다.

따라서, 본 연구에서는 그림 2에서 나타난 것과 같이 컨테이너 전용 안벽에 요철이나 구멍을 두어 게(crab)등의 저생생물 및 해조류 등의 식물이 부착생육하기 쉽도록 만들어 주는 환경을 배려한 구조물의 정비에 대하여 경제적 가치를 평가하고자 하였다. 이 경우 환경정비에 관한 경제적 가치평가는 기존의 B/C분석으로는 환경재의 가치를 평가할 수 없으므로 CVM을 이용하여 환경재의 가치를 추정하고, 사업비와 비교하여 비용대편의 분석에 따른 환경정비의 유효성을 검토하였다.

#### 3.2 CVM의 시나리오 설계 및 설문조사

항만공사 등에 CVM을 적용할 경우 그 실시순서는 그림 3에 나타난 것과 같으며, 각 실시순서에 따른 유의사항은 다음과 같다.

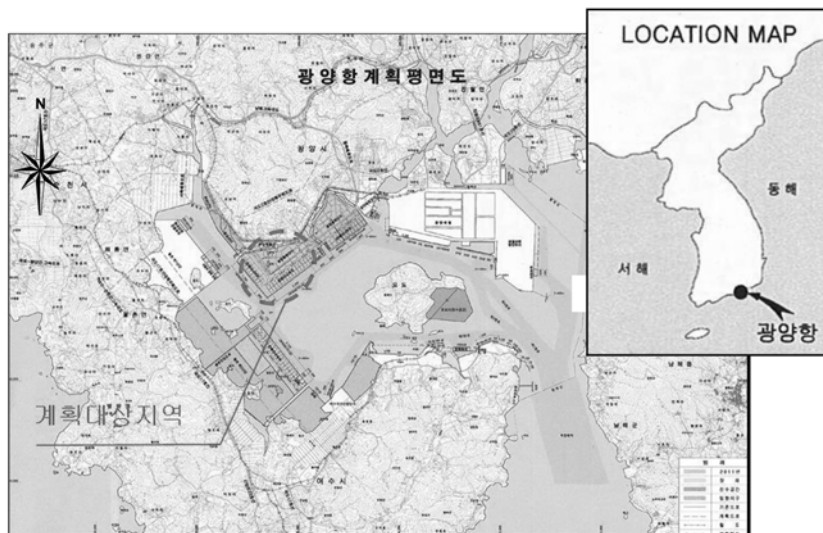


그림 1. 대상지역 위치도

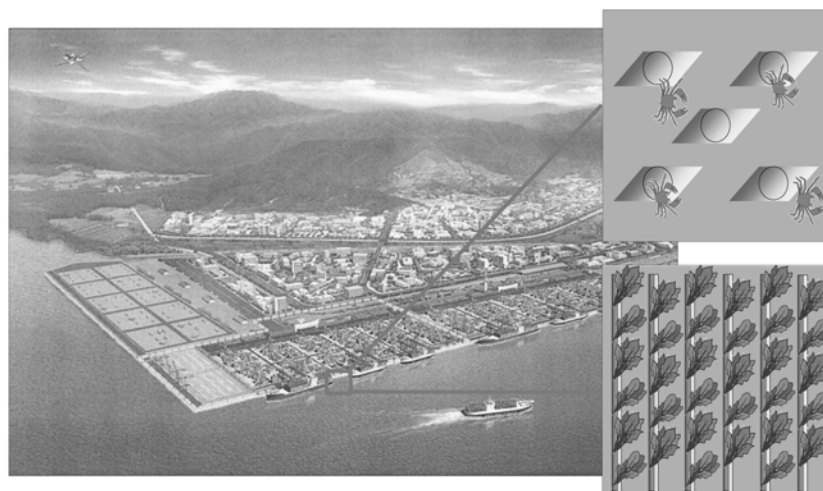


그림 2. 환경을 배려한 구조물정비

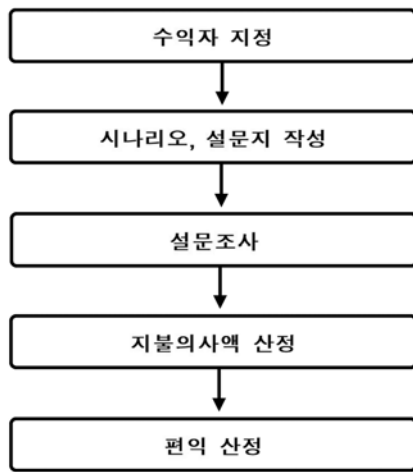


그림 3. CVM 분석흐름도

① 수익자 지정 : 대상시설의 효과에 대한 수익자를 지정하여 그 수익자에게 앙케이트를 배포한다.

② 시나리오, 설문지 작성 : 시나리오에 편익의 계측대상 시설의 상황 및 그 효과를 설문 대상자에게 충분히 이해시킬 수 있도록 정확하게 작성한다. 지불의사액의 질문방법에는 자유회답방식, 판매게임방식, 지불카드방식, 2항 선택방식 등이 있지만, 회답자가 대답하기 쉽고, 답의 엇갈림이 비교적 적은 2항선택방식(Dichotomous Choice Question)을 이용하기로 한다.

③ 설문조사의 실시 : 설문조사는 대상시설의 효과가 과급되는 범위에 균일하게 분포되도록 세대수에 비례하게 배포 회수한다. 설문지의 배포회수 방법은 우송이나 방문면접, 전화, 현지면접 등이 있지만, 본 연구에서는 현지면접을 이용하였다(추가 표본의 크기와 각동의 표본수가 균일하게 분포되도록 시행하였다).

④ 지불의사액 산정 : 2항 선택방식의 회답으로부터 지불의사액을 분석하는 모델은 랜덤효용모델, 생존분석, 지불의사액함수모델 등을 들 수 있지만 이중 용이하게 분석가능한 구간분할 생존분석(Interval censored survival model)을 사용하기로 한다.

⑤ 편익의 산정 : 설문조사에서 수집된 자료를 Weibull분포로 추정하여 분포의 평균치를 도출한 다음, 그 평균치에 거주 세대수를 곱하여 연간 편입액을 추정한다. 또한 친환경 구조물의 내용연수가 50년간 지속되는 것으로 가정하여 평균기간을 연간 편입액에 곱하여 총편입액을 산정한다.

이상의 순서로 CVM을 실시하여 지역주민의 여론을 반영한 형태의 편익이 산출된다. 이러한 편익과 대상사업의 사업비를 비교하는 비용대편익분석을 실시함으로써 사업실시의 타당성 또는 얼마나 사업비를 투입할 수 있는지를 판단할 수 있는 것이다.

### 3.3 설문조사결과의 통계분석

본 연구에서는 현지면접방법을 이용하여 2003년 4월 10~12일까지 설문조사를 실시하였으며, 이 방법은 직접 설문조사를 받는 방법으로써 일반적으로 사용되는 우송방법에 비해 지불의사액의 신뢰성을 높일 수 있다. 현지면접방법을 이용한 설문대상은 광양민과 주변의 주민을 대상으로 하였으

며, 이들은 표본으로 전체지역을 대표하는 것으로 간주될 수 있다. 그러나 설문대상자의 구성의 적정성이 영향을 줄 수 있으므로 회답자의 속성에 관한 설문을 동시에 실시하여 설문문의 신뢰성을 높이도록 하였다. 또한, 설문대상지역에 있어서도 대상시설의 효과가 과급되는 범위에 균일하게 분포되도록 세대수에 비례하여 설문을 수행하였으며, 설문대상의 표본크기는 110개이며 지불의사액 추정에는 Weibull분포를 이용하였다. 현지면접방법에 의해 조사된 설문지는 현지에서 배포회수한 후 거주지별, 연령별, 성별 등으로 구분하여 정리하고, 질문의 회답결과 및 제시액에 대한 회답자료를 이용하여 지불의사액을 추정하였다.

환경정비를 대상으로 한 설문조사결과에서 각질문에 대한 집계결과를 살펴보면,

질문 1 : 광양항의 인지도에 대해서는 「1) 이름도 장소도 알고 있었다」라고 회답한 세대가 69세대로 전체의 약 4분의 3을 차지하고 있다. 반면, 「4) 전혀 몰랐다」라고 회답한 세대는 13세대로 14% 정도에 머물고 있다. 이러한 결과로부터 광양항의 인지도는 높다고 말할 수 있다.

질문 2 : 환경정비를 함으로써, 세금이 연간 5,000원 증가하는 것에 대해서 「1) 찬성」이라고 회답한 세대는 71세대로 전체의 약 4분의 3을 차지하고 있다. 「2) 반대」라고 회답한 세대는 25세대로, 전체의 약 4분의 1을 차지하고 있다. 따라서, 연간 5,000원의 세금증가를 받아들이는 세대가 과반수를 차지하고 있는 것을 알 수 있다.

질문 3 : 질문 2에서 환경정비를 함에 있어, 세금이 연간 5,000원 증가하는 것에 대해 「1) 찬성」이라고 회답한 71세대 중, 2번째 제시액인 연간 10,000원에 대해 「1) 찬성」이라고 회답한 세대는 50세대로 전체의 70%를 차지하고 있다. 반면, 「2) 반대」라고 회답한 세대는 21세대로 30%를 차지하고 있다.

질문 4 : 질문 2에서 환경정비를 함으로써, 세금이 연간 5,000원 증가하는 것에 대해 「2) 반대」라고 회답한 25세대 중, 2번째 제시액인 연간 2,000원에 대해 「1) 찬성」이라고 회답한 세대는 13세대로 과반수를 차지하고 있다. 반면, 「2) 반대」라고 회답한 세대는 12세대로 과반수 이하로 나타났다.

질문 5 : 질문 2~4에서 세금이 증가하는 것에 대해 한번이라도 「1) 찬성」이라고 회답한 세대는 그 답변의 이유로서 가장 많이 선택하고 있는 것이 「a) 지금은 관계없지만, 장래에 자신 세대의 생활을 풍부하게 할지도 모르기 때문에」이며, 41세대가 회답해 전체의 약 4분의 3을 차지하고 있다. 이것으로부터 환경정비가 자신 세대의 생활에 도움이 된다고 생각하고 있는 세대가 많다는 것을 알 수 있다.

질문 6 : 질문 2~4에서 세금이 증가하는 것에 대해 모두 「2) 반대」라고 회답한 세대가 그 답변의 이유로서 가장 많이 선택하고 있는 것은 「a) 좀 더 싸면 찬성한다」이며, 30세대가 회답하여 전체의 약 3분의 2를 차지하고 있다. 이것으로부터, 세금지불의사가 있는 세대는 질문 2~4로부터 「2) 반대」라고 회답한 세대 안에도 다수 존재하는 것으로 파악되어 금액을 낮게 설정하면 「1) 찬성」하는 세대가 증가할 것으로 나타났다. 또한, 「③ 세금으로는 지불하고 싶

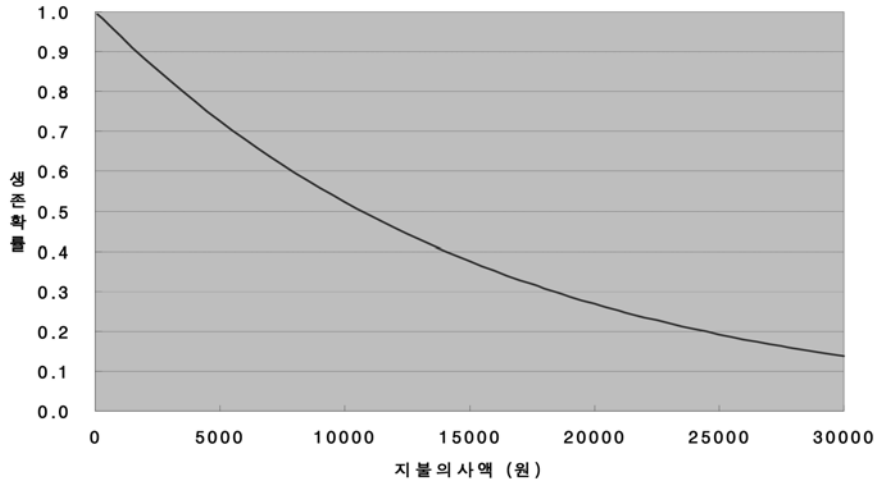


그림 4. Weibull 분포

표 1. 제시액 회답자료

첫회 제시액		2 번째 제시액		회답지수
5,000원	찬성 →	10,000원	찬성 →	50
			반대 →	21
	반대 →	2,000원	찬성 →	13
			반대 →	12
무효 회답				14
합 계				110

표 2. 지불의사액 추정결과

변수	계수	표준편차	t 값	p 값
Location	9.6358	0.1720	56.035	0.000***
Scale	0.9821	0.1532	6.409	0.000***
n	96	*** : 1% 이하의 유의수준		
대수우도	-115.684			
지불의사액				
중앙치	10,677			
평균치	15,190 7,381	최대제시액의 상한 값 소거 안 함 최대제시액의 상한 값 소거		

지 않다」라고 회답한 세대는 10세대였지만, CVM 조사가 있어 기본적으로 세금으로 지불할 의사가 없는 회답에 대해서는 제외하게 되므로, 본 조사에서도 제외하였다.

이상과 같은 결과로부터 구간분할 생존분석모형을 이용하여 지불의사액을 추정하였으며, 생존분석은 설문지의 제시액 수와 지불의사에서 「찬성」이라고 대답하는 확률로부터 회답자의 평균적인 지불의사액을 추정하는 분석이며, 생존함수로서는 모형에 적합한 Weibull함수를 사용하여 추정하였다. 이때의 Weibull분포는 그림 4에서 나타내었다. 또한, 제시액에 대한 회답자료를 정리한 것은 표 1에 나타내었으며, 표 2는 지불의사액의 추정결과를 나타낸 것이다.

Weibull분포를 가정하여 2단계 설문자료에 대한 최우도함수를 최대화시키는 추정치의 결과가 표 2에 제시되어 있다. 표 2에서 알 수 있듯이 환경정비에 대한 WTP의 추정결과 중앙치는 10,677원/년임을 알 수 있었으며, 최대제시액의 상한 값을 소거하지 않은 평균치는 15,190원/년, 최대제시액의

상한 값을 소거한 평균치는 7,381원/년으로 나타남을 알 수 있었다. 또한 축적 매개변수와 위치 매개변수의 표준오차와 점근적 값은 1% 이하의 통계적 유의성을 나타내고 있어 추정매개변수가 정확하게 추정되었음을 제시하고 있다. p값은 유의수준을 의미하는 것이며, p값이 0.01이하이면 이 추정값이 “0”이 되는 확률은 1%이하가 된다는 것을 의미한다. 본 연구에서 수행한 통계분석결과 값은 5이상으로 나타났고, p값은 0.000을 나타내고 있으므로 본 조사에 의한 통계분석 결과는 신뢰성이 상당히 높으며, 유의수준 또한 매우 양호한 결과라 할 수 있다. 따라서, 본 연구에서 도출된 지불의사액의 추정치는 통계적으로 신뢰성이 높은 것이라 판단된다.

#### 4. 환경저감화 시설의 경제적 가치평가

##### 4.1 편익의 산정

##### 4.1.1 연간 편익액의 산정

CVM을 이용한 설문조사의 집계결과로부터 추정된 지불의사액을 토대로 연간 편익액을 추정하고자 하였다. 지불의사액은 지역의 소비자잉여에 상응하는 것으로 경제적 가치평가에서 편익으로 간주될 수 있다. 먼저, 연간 편익액을 추정하기 위하여 결정되어야 할 사항으로는 수익세대수를 어떻게 한정하여 평가할 것인지가 무엇보다 중요한 것이다.

따라서, 본 논문에서는 환경정비의 영향범위를 산정함에 있어서 광양시뿐만 아니라 그 외의 중추도시 지역 및 광양항을 찾는 모든 이에게 친수 환경 및 청정한 바다를 제공한다는 측면에서 상당히 광범위한 지역을 수익세대수로 지정할 수 있다고 생각되나, 이 경우 과다지역의 수익세대수로 인해 터무니없는 편익이 산정될 수 있으므로 환경정비에 대해 직접적으로 영향을 받을 것이라 판단되는 대상지역의 배후 시읍면으로 한정하여 수익세대지역을 광양시로 적용하였다.

이 때, 적용된 광양시의 세대수는 2000년을 기준으로 하여 산정하였으며, 세대수는 42,670 세대로 추정되었다. 환경정비에 대한 연간 편익액은 지불의사액(WTP)의 평균치와 환경정비 수익세대수의 곱으로 평가할 수 있다. 따라서, 본 논문에서의 연간 편익액산정은 앞서 산정된 지불의사액 중 과다한 편익산정으로 인해 나타날 수 있는 문제를 배제할 수

표 3. 비용대편익 분석결과

총사업비 (세금 포함)	1,399,700,000	(원)	사회적 할인율	4.0%	[분석 결과]
유지 관리비 (사업비의 0.5%)	6,362,273	(원/년)	기준 년	2003	
년 간 편익액	314,947,270	(원/년)	정비 개시년	2003	B/C ratio 4.16
			정비 종료년	2008	NPV 4,225,251,106원
			공용 종료년	2058	

있으며, 적정한 편익액 산정이 가능하다고 판단되는 상한치를 소거한 평균치 7,381원/년을 적용하여 산정하였다. 이때 환경정비에 대한 연간 편익액은 314,947,270원/년으로 나타남을 알 수 있었다.

4.1.2 총편익액의 산정

앞서 산정된 년 간 편익액(314,947,270원/년)은 환경정비를 수행하는 컨테이너전용 안벽의 내용연수인 50년을 적용하여 지속적으로 발생하는 것으로 생각하고, 컨테이너전용 안벽의 정비완료(2008년) 다음해인 2009년부터 50년 간으로 계산하였다. 또한, 50년 간 발생하는 편익은 거래가격 중 물가 상승분을 공제하여 현 시점에서 가격으로 환산해 비용대편익을 분석하여야 한다. 더욱이 물가 상승에 대한 문제는 총편익을 산정함에 있어서 사회적 할인율을 결정하는데 매우 중요하게 작용한다.

사회적 할인율은 매기간 여러 가지 재화들의 잠재가치를 평가하는 기준이 되는 것으로 가치척도의 기간별 가치변화율이다. 일반적으로 경제성 분석에 있어서 사회적 할인율의 적용은 은행금리를 기준으로 하여 적용하는 경우가 많다. 따라서, 본 연구에서는 현재의 은행금리가 3.5~4.3%정도의 수준에 머무르고 있는 것을 고려하여 경제성 분석에 적용한 사회적 할인율을 4.0%로 선정하였으며, 기준년을 2003으로 하여 현재 가치화를 적용하고 총편익액을 산정하였다. 이와 같은 조건에 따라 산정된 총편익액은 5,561,055,441원이 됨을 알 수 있다.

4.2 비용의 산정

총비용의 산정은 세금공제후의 사업비와 동시에 유지관리비를 고려하여 산정해야한다. 따라서, 본 논문에서는 세율을 10%로 설정하였으며, 유지관리비는 세금공제 후에 대한 총사업비의 0.5%로 산정하고, 컨테이너전용 안벽의 내용연수인 50년 동안 지속적으로 발생하는 것으로 가정하였다. 따라서, 컨테이너전용 안벽의 정비완료년인 2008년의 다음해 2009년부터 50년 동안을 계산하였으며, 계산결과 유지관리비는 6,362,273원/년으로 나타남을 알 수 있었다. 따라서, 사회적 할인율을 4.0%로 적용하여 2003년으로 현재가치화를 적용한 총비용액은 1,335,804,336원이 된다는 것을 알 수 있었다.

4.3 비용대편익 분석결과

비용대편익 분석의 평가방법은 비용편익비율법(cost benefit ratio method, CBR)과 순현재 가치법(net present value method, NPV)을 이용하여 평가할 수 있다.

먼저, CBR방법은 현재 가치에 환산된 비용이 공동사용

기간에 있어 편익을 발생할 것인가를 나타내는 것이다. 만일 그 값이 1.0이상이 되는 경우 해당 사업은 사회적으로 실시할 가치를 가졌다고 판단할 수 있다. 이처럼 비용 편익 비율(CBR)의 값이 크면 그 만큼 투자효율이 높다고 판단할 수 있는 것이다.

NPV방법은 항만사업에 의한 편익의 크기를 순편익액으로 하여 직접적으로 표현하는 지표이다. 따라서, 이 값이 큰 만큼 사업에 의해 가져오는 편익은 크다고 할 수 있다.

본 논문에서는 이 두 가지 방법을 이용하여 비용대편익 분석을 실시하였다. 총편익액과 총비용액 산정을 기초로 한 비용대편익 분석결과는 표 3에 제시되어 있다.

표 3에서 나타난 CBR 및 NPV 분석결과에서 알 수 있듯이 환경정비에 대한 대상사업의 수익성은 상당히 높은 것으로 나타났다. 특히, 환경정비에 대한 사업의 B/C 분석결과 4.16배에 달하는 환경배려 효과를 가지고 있다는 것을 확인할 수 있었다.

5. 결 론

본 연구에서는 CVM을 이용하여 설문조사를 수행하고 그에 따른 집계결과를 구간분할 생존분석방법의 통계적 해석을 바탕으로하여 지불의사액을 도출하였다. 또한 그 결과를 근거로 총편익액을 산정함으로써 환경정비사업에 대한 경제적 가치를 추정하였다. 특히, 환경정비사업의 경우 시민의 의견이 반영된 공사규모를 도출함으로써 대상사업에 따른 경제적 가치를 추정함과 동시에 사업의 투명성을 검토하였다.

검토결과, 환경정비에 대한 지불의사액의 평균치는 7,381원/년으로 나타났으며, 이를 토대로 산정된 연간 편익액은 314,947,270원/년으로 추정되었다. 따라서, 사업구조물의 내용연수를 50년으로 가정하여 산정된 총편익액은 5,561,055,441원으로 나타났다. 이 금액은 시민들이 환경정비에 투자해도 좋다고 생각되는 지불의사 금액이므로 대상사업에서 환경정비의 사업규모를 결정하는데 있어서 시민의 의견을 고려할 수 있는 매우 중요한 자료로 사용될 수 있다.

또한, 본 연구에서 사용된 구간분할 생존분석모형을 이용한 CVM분석방법은 결과의 신뢰성 및 유의수준을 나타내는 값과 p값의 수치로 미루어 볼 때 매우 신뢰할 수 있는 결과를 나타내고 있다는 것을 확인할 수 있었으며, 이러한 결과는 본 연구에서 사용된 CVM분석모형이 현지적용에 있어서 우수하다는 것을 입증해 주는 것이라 판단된다.

이상과 같은 연구 결과로부터, 환경저감법의 개념에 의해 고안된 환경공생형 호안시설사업 즉, 환경정비에 대한 비용대편익(B/C)는 4.16배에 달하는 것을 확인할 수 있었다. 특

히 시민들에게 비용대비 4배 이상에 달하는 환경배려효과를 가지고 있다는 점으로 미루어볼 때 대상사업의 수익성은 상당히 높은 것이라 판단된다. 아울러, 본 연구에서 사용된 CVM분석은 각종 대규모 항만공사의 환경저감화 시설에 대한 적정규모도출 및 시민과의 공감대 형성에 기여할 수 있는 기법으로서 유용하게 이용될 수 있을 것으로 기대된다.

### 참고문헌

강희용(2003) CVM에 의한 항만공사 편익산정에 관한 연구, 박사학위논문, 명지대학교.  
 광승준(1993) 수질개선의 편익추정 : 조건부가치추정방법과 반모수추정법의 적용, **자원경제학회지**, 제3권 제1호.  
 손영국(2002) 조건부가치추정법을 이용한 교통정보제공시스템 도입에 대한 편익추정에 관한 연구, **대한토목학회논문집**, 대한토목학회, 제22권 제2-D호, pp. 229-235.  
 신동원(1987) 서울시의 대기질 개선에 따른 편익산정에 관한 연구, 석사학위논문, 서울대학교.  
 신영철(1997) 이중 양분선택형 질문 CVM을 이용한 한강 수질개선 편익 추정, **환경경제연구소 논문집**, 광운대학교, 제6권 제1호, pp. 171-192.

윤여범(1996) 조건부가치추정법을 이용한 농촌 전원주거 환경 가치평가에 관한 연구, 석사학위논문, 서울대학교.  
 윤여창(1994) 도시람내 약수터의 경제적 가치평가, **94임업과학 심포지움**, 서울대학교 임업과학연구소.  
 이기호(1996) 조건부가치추정방법에 의한 수질개선 편익 측정, 박사학위논문, 명지대학교.  
 Ascher, H. (1981) Weibull distribution vs weibull process, *Proceedings Annual Reliability and Maintainability Symposium*, pp. 426-431.  
 Bishop, R.C. and Heberlein, T.A. (1979) Measuring values of extra-market goods: an indirect measures biased, *American Journal of Agricultural Economics*, 61(5), pp. 926-930.  
 Carson, R.T., Mitchell, R.C., Hanemann, W.M., Kopp, R.J., Presser, S., and Ruud, P.A. (1992) *A Contingent Valuation Study of Lost Passive Use Values Resultin from the Exxon Valdez Oil Spill*, Report to the Attorney General of the State of Alska. Natural Resource Damage Assessment, Inc., November.  
 Turnbull, B.W. (1974), Nonparametric estimation of survivorship function with doubly censored data, *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 69, pp. 169-173.

(접수일:2004.3.29/심사일:2004.7.29/심사완료일:2006.2.7)