

## CVM을 이용한 생분해성 어구의 경제적 편익 분석

박성욱 · 권혁준<sup>1</sup> · 박성쾌\*

국립수산과학원 시스템공학과, <sup>1</sup>부경대학교 해양산업경영학과

### **Estimation of economic benefits of biodegradable fishing net by using contingent valuation method (CVM)**

**Seong-Wook, PARK Hyeok-Jun KWON<sup>1</sup> and Seong-Kwae PARK\*<sup>1</sup>**

*Fisheries System Engineering Division, National Fisheries Research Development Institute,  
Busan 619-750, Korea*

*<sup>1</sup>Faculty of Marine Business & Economics, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea*

The main purpose of this study is to estimate willingness to pay (WTP) by the general publics, assuming that they pay tax or charge for protecting marine living resources and environment through developing and supplying biodegradable fishing nets. This study employed a contingent valuation method (CVM) which is an econometric method. The survey was conducted by using both double-bounded dichotomous choice and open-ended survey. Tobit model was used for the analysis. The variables included concerns about marine environment and fishing net discarded, sex, age profile, number of family members, educational level and personal disposable income. Annual average WTP per family for the biodegradable fishing net development and supply was estimated at 5,294 won and national WTP amounted to some 84.2 billion won. This includes both of use and non-use value of biodegradable fishing nets.

Keywords: Contingent valuation method (CVM), Biodegradable fishing net, Conservation, Ecosystem, Tobit model

### 서 론

21세기 세계의 해양환경과 해양생태계 그리고 수산자원의 보호와 보전에 대한 관심이 크게 증대되고 있으며, 이를 위한 다양하고 실용적인 기술과 정책이 국가, 지역, 글로벌 차원에서 광

범위하게 개발되고 있다. 특히 수산업을 저탄소 녹색성장 패러다임에 기반을 둔 지속 가능한 산업으로 발전시키기 위하여 수산 양식용 배합사료, LED집어등, 생분해성 어구 등의 개발 보급을 적극적으로 추진하고 있다.

\*Corresponding author: skpark@pknu.ac.kr, Tel: 82-51-629-5958, Fax: 82-51-629-5953

수산업 등 1차 산업은 여타 산업보다 상대적으로 자연환경의 영향을 받고 공익성과 밀접한 연관성이 있다. 공익적 기능과 역할이 크고, 그 역할의 확대가 새로운 환경친화적 기술개발에 의해 뒷받침되어야 한다는 사실을 고려할 때, 1차 산업부문에 대한 공공 R&D 투자는 환경친화적 연구기술개발을 확대·심화하는 방향으로 증대될 것으로 보인다 (Park et al., 2009).

특히 나일론 어구는 버려지거나 유실되어 장기간 바다에 침체될 경우 어류들이 이를 감지하지 못하기 때문에 유령어업이 지속적으로 발생하며, 이는 수산자원의 지속성을 감소시키는 요인으로 작용하게 된다. 따라서 유실된 어망은 해양 생태계를 파괴함으로써 그 복원력에 손상을 입히고 이는 근본적으로 해양 먹이사슬에 부정적 영향을 주게 된다. 또한 버려지거나 유실된 폐어구를 수거하여 처리할 경우 높은 비용이 수반되며, 이를 소각할 경우 유독가스 및 탄소 배출에 따른 환경오염을 유발할 수 있다. 이러한 문제는 해양환경 및 생물자원 보존에 중요한 제약요인으로 작용한다 (Ayaz et al., 2006; Revill and Dunlin, 2003; Park et al., 2007a, 2007b).

이와 같은 문제를 해결하기 위해 2006년 국립수산과학원은 생분해성 어구를 개발하였고 2007년 경북 울진군 대게자망 어업을 대상으로 시범사업을 시작하였다. 그 후 참조기자망, 꽃게자망, 봉장어통발 어업 등에 보급 사용되고 있으며, 생분해성 어구 사용을 통해 유령어업 저감 및 해양환경 개선효과가 기대된다. 또한 WTO DDA 보조금 협상 등 새로운 국제 무역질서와 책임어업을 위한 국제 자원관리질서 변화를 고려할 때, 생분해성 어구 개발 보급은 환경친화적이고 지속가능한 수산업 실현에 있어서 중요한 의미를 가진다.

그러나 생분해성 어구 개발 보급에는 막대한 비용이 수반되고 나일론어구에 비해 가격이 크게 높기 때문에 생분해성 어구의 보급과 수요창출을 위해서는 보조금 지원이 불가피하게 된다.

사실, 어업인들은 나일론어구를 사용함으로써 중장기적으로 생태계를 파괴하고 어장 생산성을 떨어뜨리는 대가를 지불해야 한다. 그러나 생분해성어구를 사용할 경우, 단기적으로는 높은 어구비용을 지불해야 하지만 중장기적으로는 생태계 보호에서 얻어지는 생산성 증대에 의해 보상을 받게 된다. 여기에 바로 생분해성어구 사용에 있어서 보조금이 지급되어야 하는 당위성이 존재한다.

일반적으로 해양환경 및 자원관리 정책은 그 효과가 뚜렷하게 체감되지 않는다. 그 이유는 해양생물과 해양환경은 공유재 (common property) 이고 일정한 조건을 갖추면 누구나 수산자원의 경쟁적 이용이 가능하며 배타성이 극히 낮기 때문에 외부효과에 의한 시장실패가 필연적으로 발생하기 때문이다. 외부효과 문제를 해결하기 위해 경제적 유인을 가질 수 있는 기술을 개발함으로써 환경을 개선할 수 있지만, 환경기술개발은 막대한 자금이 소요되고 불확실성으로 인해 민간부분은 투자를 주저하는 경향이 있다. 따라서 이를 정부가 지원하고 정책적으로 활용한다면 경제적 유인성이 없는 규제에 비해 상대적으로 높은 효과를 실현할 수 있다. 그러나 이러한 정책적 지원은 국민적 동의하에서 이루어질 때, 비로소 정책결정의 합리성을 확보할 수 있다.

환경재의 경제적·정책적 합리성을 평가하기 위해 가장 효과적인 방법으로 조건부가치측정법 (contingent valuation method: CVM)을 들 수 있다. CVM은 대가, 수질 등 환경재의 평가에서 다양하게 이용되고 있으며, 그 방법은 상당한 수준으로 표준화 되어있다 (Mitchell and Carson, 1989; Hanley and Spash, 1993).

이상의 관점에서 본 연구는 생분해성 어구 사용에 따른 경제적 가치를 추정하는데 그 목적을 두고 수행되었다. 이를 위해 CVM를 이용하여 생분해성 어구의 개발 및 보급을 통한 해양환경 개선의 관점에서 지불의사금액 (willingness to pay: WTP)을 추정하였다.

## 자료 및 방법

### 설문설계 및 시행

CVM을 이용하는데 있어서 가장 중요한 단계는 설문지 설계이다. 설문지 작성은 연구목적과 직접 연계되기 때문에 이 첫 단계에서 설문지 형식과 내용을 유의해야 한다. 설문지 설계를 위해 가장 우선적으로 이루어져야 할 사항은 대상 재화의 설정이다(Mitchell and Carson, 2003). CVM은 일반적으로 환경제에 대한 조건부 시장을 설정하게 된다. 본 연구를 위한 설문지에는 대상재화는 일반 합성섬유 어구의 사용으로 해양환경을 파괴시킬 수 있기 때문에 생분해성 어구의 개발 및 보급을 통한 해양환경의 개선이다. 이를 위해 먼저 설문자에게 폐그물의 영향(예: 피해)을 소개하고 일반적인 견해를 이끌어 냈다. 생분해성 어구의 사용으로 인해 추가비용이 소요됨을 설명하고 개인적으로 부담할 수 있는 금액에 대해 질문하였다. 생분해성 어구의 충분한 이해를 위해 추가적인 설명과 사진 등을 첨부하였으며, 생분해성 어구란 단어는 일반 시민들에게 생소한 단어가 될 수 있기 때문에 '자연 분해되는 그물' 이란 용어를 사용하였다.

두 번째로 응답자의 지불수단을 제시하는 것이다. 생분해성 어구는 일반 합성섬유 어구보다 가격이 비싸기 때문에 정부에서 보조금을 지원하고 어업인들은 어구 구입 시 합성섬유 어구와 같거나 더 싼 가격에 구입할 수 있다. 이와 같은 정부 보조금은 국민의 세금을 통해 지출되는 소위 이전소득이기 때문에 본 연구에서는 세금 또는 환경 부담금을 지불수단으로 제시하였으며 지불기간을 월로 정하였다.

본 연구에서는 지불의사 유도방법으로 단일금액 제시를 통한 이중양분선택형과 개방형을 조합한 혼합형 방식을 적용하였다. 왜냐하면 본 연구의 저비용과 편의성을 담보하지만, 온라인 설문은 설문지가 획일화되는 단점을 가진다. 이를 보완하기 위하여 두 가지 방법을 혼합하여 사용하였다.

예비조사에서 폐쇄형으로 0원 - 1,000원 까지 제시하여 선택하도록 하였으며, 그 이상인 경우는 직접 기술하도록 하였다. 예비조사 결과 평균 WTP는 367.2원으로 나타났다. 예비조사에서 얻은 평균 WTP를 바탕으로 본 조사에서는 양분선택형 질문의 1차 제시금액을 350원으로 설정하였다. 1차 제시금액에 부담의사를 나타내는 경우 2차 제시금액을 두 배(700원)로 정하였으며, 부담의사가 없을 경우 절반(175원)을 제시금액으로 정하였다. 마지막으로 2차에 걸친 제시금액이 응답자가 원하는 WTP와 일치하지 않는 경우 본인이 지불할 수 있는 최대지불의사금액(maximum willingness to pay: MWTP)를 직접 기재하도록 하였다.

설문지 설계가 충분히 현실적이라고 하더라도 표본수를 충족시킬 수 없다면 신뢰할 수 있는 모집단의 WTP를 추정할 수 없기 때문에 표본의 신뢰성을 높이기 위해서는 모집단을 대표할 수 있는 표본 추출방식을 사용해야 하고 가능하면 충분히 큰 표본을 사용해야 한다.

NOAA (1993) CVM 연구는 오차범위  $\pm 3\%$ 를 고려하여 1,000개 이상의 샘플을 권장하고 있다. 본 연구에서도 모집단을 전국 가구(세대)로 설정하고 표본 집단을 지역 인구비율에 따라 1,000개 이상의 표본을 목표표본으로 설정하였다.

설문의 대상자는 25세 이상일정할 수입이 있는 세대 구성원으로 정하였다. 왜냐하면 생분해성 어구 시범사업이 이루어지는 지역 가구에 대해서만 설문조사를 할 경우 과소평가의 문제가 발생할 수 있기 때문이다. 또한 생분해성 어구의 개발 및 보급을 위한 정부투자는 국민들의 세금을 통해서 이루어지며, 해양환경은 보존가치와 유산가치 등이 포함되어 있고 생분해성 어구의 사용으로 인한 해양환경 개선은 전 국민의 관심 사항일 수 있기 때문이다.

설문에 의한 자료수집 방법은 개별면담, 전화 설문, 우편설문, 인터넷 설문 등이 있다. 본 연구에서는 일반 국민을 대상으로 인터넷(홈페이

지, E-mail 등)을 통한 설문조사 방법을 선택하였다. 인터넷을 이용한 설문은 성격상 우편설문의 특징을 함께 지니고 있지만, 최근 인터넷 환경의 급속한 확대와 인터넷 이용자 수가 증가하고 있기 때문에 전국 가구를 대표할 수 있는 패널을 구축함으로써 기존의 우편/대면 설문방식을 대체할 수 있는 단계로까지 발전하고 있다.

인터넷 설문조사는 응답자가 자신의 상황에 맞추어 진행할 수 있고, 다양한 멀티미디어(사진, 동영상 등)수단 등을 이용할 수 있기 때문에 응답자들의 이해도를 제고할 수 있으며, 짧은 시간에 많은 양의 설문을 확보할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 무엇보다 조사원 개성의 차이에서 기인하는 조사원의 영향 (bias)을 최소화할 수 있다. 그러나 온라인을 통한 설문조사는 설문지 회수율이 낮으며, 사전적인 표본설계가 어렵다는 단점을 지닌다.

본 연구의 설문조사는 예비조사와 본조사로 나누어 실행하였다. 설문은 전문 설문조사기관인 아이엔알플러스가 실시하였는데, 예비조사는 2009년 6월 10일부터 3일간에 걸쳐 200명을 대상으로 인터넷과 일대일대면조사를 통해 이루어졌다. 예비조사에서 파악된 문제점을 바탕으로 일부 설문항목을 수정·보완하였다. 본 조사는 6월 20일부터 10일에 걸쳐 실시하였으며, 할당표본추출법 (quota sampling)에 의해 1,041 명으로부터 유효 설문지를 확보하였다.

**추정 모형**

사회구성원들이 생분해성 어구의 개발 및 보급에 대해 지불의사가 있다는 것은 해양환경오염에 대한 관심이 증대되고 있다는 것을 의미하며, 환경적으로 안전하고 믿을 수 있는 생분해성 어구의 개발·보급·사용을 지지하고 있음을 시사한다. 환언하면 우리 사회 구성원들은 생분해성 어구의 개발·보급·사용이 현재 나일론 어구보다 해양환경회복과 보존에 유용한 수단이라는 것을 인식하고 있음을 의미한다.

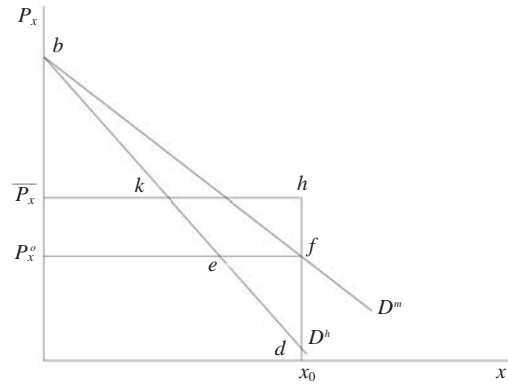


Fig. 1. WTP by equivalent surplus.

WTP를 이론적 측면에서 살펴보면 Fig. 1과 같다. CVM은 Hicks적 수요함수에 근거하고 있다.  $D^m$ 은 마샬의 일반수요곡선,  $D^h$ 는 Hicks의 보상수요곡선,  $\bar{P}_x - P_x^o$ 는 추가적인 WTP가 된다. 동등잉여는 다음 식 (1)에 의하여 얻어질 수 있다(Kim, 1997; Kim and Byun, 2003).

$$ES = (\bar{P}_x - P_x)x_0 \tag{1}$$

응답자는 소비량이  $x_0$ 인 상태에서  $b\bar{P}_xk$ 와  $dhk$ 의 면적이 같아지는  $\bar{P}_x$ 를 자신의 최대 WTP로 나타내게 된다. 제시된 소비량이 0인 경우 다음과 같은 식으로 가능하다. 식 (2)의 피적분값으로부터 보상수요곡선을 얻을 수 있으며  $\bar{P}_x x_0$ 는 보상수요곡선의 적분값과 일치하게 된다.

$$ES = -P_x x_0 + \int_0^{x_0} P_x^* dx \Rightarrow P_x x_0 = \int_0^{x_0} P_x^* dx \tag{2}$$

본 연구는 양분선택형과 개방형을 혼합한 방식으로 제시금액의 지불의사 가부와 MWTP를 직접 기입함으로써 자료를 획득하였다. 양분선택형은 확률모형으로 전환하여 지불의사액 합수를 도출한 후, 이를 효용이론 (utility theory)에 접목시켜 소비자의 후생변화를 측정하게 된다 (Hanemman, 1984; Cameron and James, 1987; Hanamman et al., 1991).

그러나 본 설문조사는 마지막에 MWTP를 질문함으로써 개방형 방식의 설문을 선택했다. 설

문결과 모든 설문자가 지불할 의사가 있다면 최소자승법 (ordinary least square: OLS)을 사용하여도 분석결과를 왜곡시키지 않지만 한 사람이라도 지불할 의사가 없다면 OLS에 의한 분석결과는 편의된 (biased) 결과를 얻게된다 (Kim and Byun, 2003).

WTP가 0인 경우, 진정으로 0의 WTP를 가질 수도 있지만 일부 응답자들은 음의 WTP를 가질 수도 있기 때문이다. 음의 WTP는 단순 시나리오에 대한 저항과 환경질의 변화에 따라 오히려 보상받아야 한다는 심리 때문이다 (Yoo and Yang, 2004).

이러한 문제를 해결하기 위해 토빗모형 (Tobit model)을 사용하였다. 토빗모형에 있어서 WTP가 0인 값은 프로빗 모형 (Probit model)과 같은 방식으로 처리하게 되며 0이외의 값은 일반적인 회귀모형으로 분석하게 된다. 토빗모형을 일반적인 모형으로 나타내면 식(3)과 같다.

$$y_i > 0 \text{ 이면, } y_i = \beta'x_i + u_i \quad (3)$$

$$y_i \leq 0 \text{ 이면, } y_i = 0$$

여기서  $\beta$ 는 파라미터,  $x_i$ 는 설명변수의 관찰치,  $u_i$ 는 평균이 0이고 분산이  $\sigma^2$ 인 정규분포를 하는 오차항이다.

$y_i$ 가 0보다 큰 경우에는 단순히  $y_i$ 로 관찰되어 기록되지만, 0보다 작을 때는 관찰되지 않고 다만 그 사실이  $y_i=0$ 으로 기록되어진다. 그러나  $y_i=0$ 인 사람에 대해서도 설명변수  $x_i$ 는 관찰된다는 점이다. 이를 절단 토빗모형이라한다 (Tobin, 1958).

여기서 추정되어야 할 값은  $y_i$ 와  $x_i=0$ 에 대한 관찰 값  $N$ 에 기초한  $\beta$ 와  $\sigma^2$ 이다. 관찰 값의 수를  $y_i=0$ 일 경우  $N_0$ ,  $y_i > 0$ , 일 경우  $N_1$ 이라 할 때 절단된 토빗모형은 다음과 같다 (Maddala, 1983).

$$F(\beta x_i, \sigma^2) = \int_{-\infty}^{\beta x_i} \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(y_i - \beta x_i)^2}{2\sigma^2}} dt \quad (4)$$

$$f(\beta x_i, \sigma^2) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\beta x_i)^2}{2\sigma^2}} \quad (5)$$

$\phi_i$ 와  $\Phi$ 는 각각  $\beta x_i/\sigma$ 에서 추정된 표준정규밀도 함수, 표준정규분포함수라 할 때, 각각은 식(6)과(7)로 나타낼 수 있다.

$$\Phi_i = F_i = \int_{-\infty}^{\beta x_i/\sigma} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(y_i - \beta x_i)^2}{2\sigma^2}} dt \quad (6)$$

$$\phi_i = f_i = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\beta x_i)^2}{2\sigma^2}} \quad (7)$$

$y_i$ 의 관찰값이 0일 때 확률 :

$$\Pr (y_i = 0) = \Pr (u_i < \beta x_i) = (1 - F_i)$$

$y_i$ 의 관찰값이 0이상일 때 확률 :

$$\Pr (y_i > 0) \cdot f(y_i | y_i > 0) = f(y_i - \beta x_i, \sigma^2)$$

Kim (1997)에 의해 동등잉여에 대한 토빗모형 적용을 위해 식(3)을 바탕으로 식(8)을 다음과 같이 선형모형을 가정하면,

$$ES_i^* = X_i' \beta + u_i \quad (8)$$

$$\text{여기서 } ES_i^* \leq 0 \text{ 이면, } ES_i = 0$$

$$ES_i^* > 0 \text{ 이면, } ES_i = ES_i^*$$

$u_i$ 는 정규분포를 가진 오차항이며,  $X_i'$ 은 사회적 경제적 변수,  $\beta$ 는 추정해야 할 계수이다.  $ES_i^*$ 의 값은 정확히 알 수 없기 때문에 0으로 표시된다. 우도함수 (maximum likelihood function)로 바꾸어 주면 식(9)와 같다.

$$L = \prod_{ES_i=0} F_i(ES_i) \prod_{ES_i>0} f_i(ES_i) \quad (9)$$

식(9)의 양변에 자연대수를 취하면, 최종 함수식은 식(10)과 같다. 식(10)에서 첫 번째 항은 질적 정보를 위한 누적 밀도함수를 나타내고 두 번째 항은 양적 정보를 위한 밀도함수를 나타낸다.

$$\begin{aligned} \ln L &= \sum_{ES_i=0} \ln \left( 1 - \Phi \left( \frac{\beta x_i}{\sigma} \right) \right) + \sum_{ES_i>0} \left[ -\ln \sigma + \ln \phi \left( \frac{WTP_i - \beta x_i}{\sigma} \right) \right] \\ &= \sum_{ES_i=0} \left( 1 - \Phi \left( \frac{\beta x_i}{\sigma} \right) \right) + \sum_{ES_i>0} -\frac{1}{2} \left[ \ln 2\pi + \ln \sigma^2 + \frac{(WTP_i - \beta x_i)^2}{\sigma} \right] \end{aligned} \quad (10)$$

일반적으로 선형회귀모형에서 회귀계수는 한계효과 (marginal effect)를 나타내지만 토빗모형은 음의 가치를 고려한 한계효과와 음의 가치를 고려하지 않은 한계효과로 나누어진다. 위 식에 의해 음의 동등잉여가치를 고려한 한계효과는 식 (11), 음의 동등잉여가치를 고려하지 않은 한계효과는 식 (12)와 같다(Kim, 1997).

$$\frac{\partial E [ES_i^+ / X_i]}{\partial X_i} = \beta \quad (11)$$

$$\frac{\partial E [ES_i^- / X_i]}{\partial X_i} = \beta \cdot \Phi\left(-\frac{\beta X_i}{\sigma}\right) \quad (12)$$

분석모형의 종속변수는 WTP를 독립변수로는 설문응답자의 해양환경에 대한 관심도 ( $x_1$ ), 페그플 오염에 대한 관심도 ( $x_2$ )와 사회경제적 특성 (성별 ( $x_3$ ), 연령 ( $x_4$ ), 가족 수 ( $x_5$ ), 교육수준 ( $x_6$ ), 개인소득 ( $x_7$ ), 환경단체가입여부 ( $x_8$ ))를 고려하여 최종적 모형을 설정하였다.

통계자료

생분해성 어구의 개발 및 보급을 통한 해양환경 개선의 가치를 측정하기 위하여 양분선택형 질문 후 개방형질문에서 도출된 MWTP와 지불의사에 영향을 미치는 변수를 토빗모형에 적용하였다. 모형추정을 위하여 통계 패키지 SPSS 12.0과 SAS 9.1을 사용하였다.

지불의사에 영향을 미치는 독립변수 특성은 Table 1과 같다. 해양환경과 페그플 오염 관심도는 숫자가 낮아질수록 높은 관심도를 나타낸다. 성별은 남자는 1, 여자는 0을 나타내며 연령은 실

제 나이를 사용하였다. 가족 수는 총 가족 구성원 수를 포함하였고 교육수준은 교육받은 기간을 년 단위로 사용하였다. 개인소득은 100만원 이하는 1로 표시하였으며 100만원 이상 150만원 이하는 2, 최고 500만원 이상은 10으로 기입하여 사용하였다. 환경단체 가입 여부는 가입했을 경우 1, 가입하지 않았을 경우 0으로 나타내었다.

결과 및 고찰

식 (8)과 식 (10)에 대한 추정결과는 Table 2와 같다. 일반적인 비시장재의 분석에 있어서는 한계효과를 음의 지불의사를 고려한  $\beta$ 로 보는 것이 바람직하다(Kim, 1997). 분석결과 5% 수준에서 유의한 변수는 해양환경에 대한 관심도, 연령, 가족 수, 교육수준 개인소득으로 나타났다. 한계효과를 살펴보면 해양환경에 대한 관심도는 관심도가 낮아짐에 따라 69.9씩 낮아지는 것으로 나타났다. 연령이 높아질수록 WTP가 높을 것으로 예상하였으나 연령이 증가할수록 WTP

Table 2. Result of Tobit model estimation

Category	Coefficient	Standard error	$\chi^2$	t-ratio
Const	347.826			
$x_1$	- 69.878	20.467	11.66	- 3.41***
$x_2$	- 2.992	20.331	0.02	- 0.15
$x_3$	- 63.294	37.326	2.88	- 1.70*
$x_4$	- 6.027	1.865	10.45	- 3.23***
$x_5$	32.893	16.817	3.83	1.96**
$x_6$	21.429	7.088	9.14	3.02**
$x_7$	24.472	7.182	11.61	3.41***
$x_8$	153.541	116.162	1.75	1.32

Log likelihood - 6316\*\*\*

\*\*\* Significant at 99%, \*\* Significant at 95%, \* Significant at 90% confidence level

Table 1. Characteristic of independent variables

Category	Minimum	Maximum	Mean	Std.	Note
$x_1$	1	5	2.443	0.971	reversed-coding
$x_2$	1	5	2.750	1.005	reversed-coding
$x_3$	0	1	0.512	0.500	
$x_4$	25	71	38.815	10.584	
$x_5$	0	7	3.696	1.123	
$x_6$	0	20	14.812	2.670	
$x_7$	1	10	3.909	2.632	
$x_8$	0	1	0.026	0.159	

는 낮은 것으로 나타났다. 가족 수의 경우, 그 수가 많아짐에 따라 높아졌고, 교육수준이 높을수록 WTP도 높은 것으로 나타났다. 개인소득 또한 높을수록 WTP가 높게 나타났다.

추정모형을 적용하여 생분해성 어구의 개발 및 보급을 위한 WTP는 Table 3과 같다. WTP는 중앙값, 평균 WTP, 토빗평균 WTP 등으로 산정할 수 있다. 중앙값은 750원으로 나타났고, 일반적인 산술평균으로 구한 평균 WTP는 527.3원으로 추정되었다. 그러나 토빗모형을 통해 음의 지불의사를 고려한 평균 WTP는 441.2원으로 86.1원의 차이를 보였다. 1 가구당 월 평균 WTP 441.2원은 생분해성 어구의 개발 및 보급을 위해 기꺼이 지불하고자 하는 금액이다.

추정된 WTP를 바탕으로 생분해성 어구의 개발 및 보급의 경제적 가치는 1가구당 월 평균 WTP를 전국의 가구로 곱하여 추정될 수 있다. 그러나 가치평가의 대상에 대해 수요자의 범위를 어떻게 정할 것인가 하는 문제가 있을 수 있다. 환경제도 일반 시장제와 마찬가지로 환경제를 필요로 하는 사람들을 대상으로 가치를 측정해야 한다. 환언하면, 생분해성 어구의 개발 및 보급을 필요로 하는 수요자를 대상으로 적정 수요자의 범위를 정하여 그에 따른 가치를 평가해야 한다.

생분해성 어구의 사용으로 가장 직접적으로 편익이 발생하는 대상은 어가이다. 자원의 증가와 그에 따른 소득증가로 가장 먼저 편익이 창출된다. 자원증대를 통한 생산성의 증가는 소비자들에게 편익을 가져오게 된다. 자원이 증가하고 이로 인해 생산량이 많아지면 공급이 증가하고 더욱 싼 가격에 소비자들은 수산물을 구입 소비할 수 있게 된다. 또한 생분해성 어구를 사용함으로써 폐그물이 선박 스크루 등에 감겨 발생하는 해양안전사고 등을 효과적으로 줄일 수 있다.

이러한 직접적인 편익 외에도 폐그물을 통한 해양오염이 줄어들게 되고 이에 따라 해양 관광 자원 개발 등 간접적인 편익이 창출될 수 있다. 전체적인 관점에서 봤을 때 생분해성 어구의 개발 및 보급의 편익 추정은 그 수요자를 전국을 대상으로 해도 무리가 없어 보인다. 생분해성 어구의 개발 및 보급을 위해 전국 응답자들이 제시한 평균 WTP를 바탕으로 생분해성 어구의 총 WTP를 구하는 방법은 다음과 같다.

$$\text{생분해성 어구의 가치(1년)} = \text{가구당 월 평균 WTP} \times 12 \text{개월} \times \text{전국가구 수}$$

통계청 가구통계 2005년 기준에서 외국인 가구를 제외한 전국에 총 가구 수는 15,903,679 가구이다. 위 식을 이용하여 전국 총 WTP를 추정하면 다음과 같다. 가구당 1년 평균 WTP는 5,294.4원이기 때문에 생분해성 어구의 개발 및 보급을 통한 해양환경 개선효과와 총 WTP는 약 842억 원으로 추정되었다.

$$441.2 \text{원} \times 12 \text{개월} \times 15,903,679 \text{가구} \approx 84,200 \text{백만원}$$

본 연구는 Sim and Sin (2006)의 어장정화사업의 환경적 가치를 측정할 금액 9,386 - 9,908 원/년과 많은 차이를 보인다. WTP에 차이가 생기는 이유는 본 연구에서는 생분해성 어구로 인한 해양환경개선효과만을 측정하였지만, 어장정화사업은 폐그물뿐만 아니라 해양에 있는 모든 폐기물을 수거 처리함으로써 전반적인 해양환경 개선사업이기 때문에 WTP의 차이가 나타난 것으로 보인다. 다른 또 하나의 이유는 설문 유형이 다르기 때문이다. 비교연구는 제시금액을 구분하여 이중양분선택형을 사용하였고, 본 연구는 단일 제시금액을 통한 이중양분선택형과 개방형을 혼합한 방법을 사용하였기 때문이다. Lee et al. (2004)에 의하면 지불의사 금액은 같은

Table 3. Result of WTP estimation (Economic benefit of biodegradable fishing net)

	Minimum	Maximum	Midium	Arithmetic mean	Tobit mean
WTP(won)	0	2500	750	527.3	441.2

사람을 대상으로 질문 유형을 다르게 했을 경우 WTP에 있어 차이를 보이는 것으로 나타났다. 또한, 일반적으로 양분선택형에 의해 추정된 WTP가 지불카드형이나 개방형에 의한 추정치보다 높게 나타나는 경향이 있다 (Carson, 1997; Welsh & Poe, 1998).

## 결 론

본 연구는 생분해성 어구의 사용으로 인한 경제적 가치를 CVM을 통해 추정하는데 주된 목적을 두고 수행되었다. 그 가치를 추정하기 위하여 설문문을 통해 해양환경에 대한 인식과 사회구성원들의 WTP를 조사하였다. 설문은 인터넷을 통한 온라인 설문조사를 실시하였으며, 총 1,041개의 유효표본을 확보하였다. WTP에 영향을 미치는 변수는 환경에 대한 인식과 사회경제적 특징이 중요한 변수가 될 수 있다. 환경에 대한 인식으로는 해양환경에 대한 관심도와 바다에 버려진 폐그물에 대한 인지도를 변수로 설정하였다. 분석을 위해 토빗모형을 설정하고 모형 파라미터를 추정할 결과, 통계적 유의성이 있는 변수는 해양환경에 대한 관심도, 나이, 가족 수, 교육수준, 소득으로 나타났다. 이 중 해양환경에 대한 관심도는 관심이 적을수록 WTP는 낮아지는 것으로 나타났다. 나이는 음(-)의 상관관계를 나타냈으며 가족 수, 교육수준, 소득은 모두 양(+),의 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 생분해성 어구의 개발 및 보급을 위한 WTP 추정에서 매월 평균 WTP는 441.2원으로 추정되었다. 이는 생분해성 어구의 개발 및 보급을 통한 해양환경 개선효과에 대해 일반 시민들이 지불하고자 하는 금액이다. 연간 WTP로 환산할 경우 5,294.2원으로 나타났다. 총 WTP는 약 842억 원으로 나타났으며, 이는 생분해성 어구의 개발 및 보급을 통한 사용가치와 비사용가치를 포함한다. 생분해성 어구와 같은 친환경 수산기술 개발은 해양환경 파괴를 근본적으로 해결하고 중장기적으로 수산자원 증대를 가져오게 된다. 또한,

해양환경 개선은 관광자원 등 간접적 편익을 창출할 수 있으며, 이는 생분해성 어구의 개발 및 보급사업의 부가적인 편익이다. 2010년 기준 생분해성 어구 보조금 예산 약 40억 원과 매년 폐 어구 수거 처리비용을 감안하더라도 추정결과는 매우 높은 경제적 가치가 있음을 시사한다. 또한 현재와 같이 나일론 어구의 단위 가격과 생분해성 어구의 단위가격 차이를 보전할 수 있는 보조금을 지급할 경우, 생분해성 어구의 보급이 타 어업의 호응에도 긍정적인 영향을 미칠 수 있고 생분해성 어구의 보급 및 확대가 촉진될 수 있음을 보여준다. 본 연구의 한계는 CVM을 이용하여 WTP를 추정함에 있어서 이중양분선택형 방식을 사용하면서도 제시금액을 하나로 단일화하고 지불의사를 확인한 다음 최종적으로 MWTP를 묻는 방식을 적용했다는 점에서 기존 연구방법과 차이가 있다. 본 연구에서는 온라인을 통한 설문방식이 가지는 여러 가지 한계, 즉 회수의 어려움, 부족한 예산 등의 현실적 문제 때문에 이와 같은 설문 방식을 채택하였으며, 응답자의 어려움 및 불편을 해소하고, 지불의사 범위를 정확히 이해할 수 있다는 판단 때문이었다. 또한, 다른 선행연구에서 한계로 지적된 비용사치의 추정의 왜곡문제를 효과적으로 해결하지 못하였다. 특히, 생분해성 어구의 사용으로 인한 해양개선효과의 범위를 설문자에게 구체적으로 제시하지 못하였으며, 이에 따른 중복효과도 고려하지 못하였다. 이런 문제들은 향후 과제로 남기고자 한다.

## 사 사

본 연구는 국립수산과학원(생분해성 수산소재 응용 기술개발과 생분해성 어구 효과분석 및 관리, RP-2010-FE-010)의 지원에 의해 수행되었습니다.

## 참고문헌

Ayaz, A., D. Acarli, U. Altinagac, U. Ozekinci, A. Kara



- and A. Ozen, 2006. Ghost fishing by monofilament and multifilament gill nets in izmir bay, Turkey. *Fisheries Research*, 79, 267 - 271.
- Cameron, T.A. and M.D. James, 1987. Efficient estimation methods for closed-ended contingent valuation survey data. *Review of Economics and Statistics*, 69, 269 - 276.
- Carson, R.T., 1997. Contingent valuation: Theoretical advanced and empirical tests since the NOAA panel. *American Journal of Agricultural Economics*, 79 (5), 1501 - 1507.
- Hanley, N. and C.L. Spash, 1993. Cost-benefit analysis and the environment. Edward Elgar, 53 - 73.
- Hanemann, W.M., 1984. Welfare evaluations in contingent valuation experiments with discrete responses. *American Journal of Agricultural Economics*, 66 (1), 332 - 341.
- Hanemann, WM., J.B. Loomis and B.J. Kaninnen, 1991. Statistical efficiency of double-bounded dichotomous choice contingent valuation. *American Journal of Agricultural Economics*, 73, 1255 - 1263.
- Kim, J.S., 1997. A comparison of the different question formats in the contingent valuation method for the evaluation of recreational benefit. *The Korean Forest Economics Society*, 5 (2), 59 - 66.
- Kim, J.S. and W.H. Byun, 2003. A comparison of the WTPs according to the CVM question formats. *Journal of The Korean Forest Society*, 92 (3), 270 - 275.
- Lee, H.C., H.S. Jung, T.Y. Kim, 2004. Valuation of air quality in the metropolitan seoul. *Environmental and Resource Economics Review*, 13 (3), 387 - 415.
- Maddala, G.S., 1983. Limited-dependent and qualitative variables in economics. Cambridge University press. 149 - 158
- Mitchell, R.C and R.T. Carson, 1989. Using surveys to value public goods: the contingent valuation method. *Resources for the future* Washington, D.C., 91 - 105.
- NOAA, 1993. Report of the NOAA panel on contingent valuation. 11 Jan., 46 - 52.
- Park, S.W., C.D. Park, J.H. Bae and J.H. Lim, 2007. Catching efficiency and development of the biodegradable monofilament gill net for snow crab (*Chionoecetes opilio*). *Journal of The Korean Society of Fisheries Technology*, 43 (1), 28 - 37.
- Park, S.W., J.H. Bae, J.H. Lim, B.J. Cha, C.D. Park, Y.S. Yang and H.C. Ahn, 2007. Development and physical properties on the monofilament for gill nets and traps using biodegradable alophatic poly-butylene succinate resin. *Journal of The Korean Society of Fisheries Technology*, 43 (4), 281 - 290.
- Park, S.K., S.W. Park and H.J. Kwon, 2009. Economic analysis of biodegradable snow crab gill net model project. *Journal of The Korean Society of Fisheries Technology*, 45 (4), 276 - 286.
- Revell, A.S. and G. Dunlin, 2003. The fishing capacity of gillnets lost on wrecks and on open ground in UK coastal waters. *Fisheries Research*, 64, 107 - 113.
- Sim, G.S. and C.O. Sin, 2006. A Comparative study on contingent valuation Method. *Monthly Maritime and Fisheries*, 263, 24 - 35.
- Tobin, J., 1958. Estimation of relationships for limited dependent variables. *Econometrica*, 26 (1), 24 - 36.
- Welsh, M.P. and G.L. Poe, 1998. Elicitation effects in contingent valuation: Comparisons to a multiple bounded discrete choice approach. *Journal of Environmental Economics and Management*, 36, 170 - 185.
- Yoo, S.H., C.Y. Yang, 2004. Willingness to pay for the prevention of marine pollution at the Yeosu Coast. *Ocean Policy Research*, 19 (2), 107 - 137.

---

2010년 5월 13일 접수

2010년 7월 15일 1차 수정

2010년 7월 30일 수리



