

유류오염에 의한 양식생물의 적정피해사정방안에 관한 연구

강용주* · 김기수**

A Study on the Appropriate Estimation Method of Oil Pollution Damage for Mariculture Fisheries

Young-Joo Kang* and Ki-Soo Kim**

Abstract

This paper tries to show the appropriate estimation method of oil pollution damage for mariculture fisheries. The International Oil Pollution Fund 1992(also known as the IOPC Fund 1992) has made up the Claims Manual to assist claimants by giving a general overview of the Fund's obligation to pay compensation. Section III of the Manual provides more specific information to assist claimants in presenting their claims concerning about economic losses in the fisheries, mariculture and fish processing sectors. The paper tries to suggest reform proposals for current estimation method of damages of mariculture fisheries contaminated by oil spillover using the population biology of living resources characterized with age distribution.

Key words : IOPC Fund 1992, Claims Manual, Oil pollution damage of mariculture fisheries, Population biology

I. 서론 및 문제제기

충청남도 태안반도 연안에서 2007년 12월 7일에 발생한 유조선 허베이스피리트호의 원유 해상 유출 사고는, 공식 집계된 유류 유출량이 12,547kl(78,906배럴)로서 우리나라의 유류 오염 재난사상 최대 규모이다. 유출유는 북서풍이 탁월한 동계의 한반도의 기상의 특성과 맞물려, 전량이 해안에 표류하여 침강하고 표착하면서 확

산 범위가 충청남도에서 전라남도까지 이르는 우리나라 서해의 전 연안에 미쳤다. 어업·수산가공업·수산유통업·관광산업·숙박업·요식업 등 지역 주민의 다양한 생업에 막대한 지장을 초래함으로써 사회적으로 쟁점의 불씨가 된 국내는 물론이고, 해양 유류 오염이 지구적인 관심사가 되어 있는 국외로부터도 비상한 관심이 집중되었다.

현재 피해자측이 대리인을 통해 법원에 제출

접수 : 2011년 5월 17일 최종심사 : 2011년 6월 21일 게재확정 : 2011년 6월 24일

*부경대학교 자원생물학과 명예교수

**부경대학교 경영대학 교수(Corresponding author: 051-629-5757, kimks@pknu.ac.kr)

한 제한채권 신고 건수는 물경 약 13만건¹⁾이고, 청구한 금액은 총액이 약 4조원에 이른다. 한편, 이에 대한 공식적인 배상/보상 한도액은 선주 보험사(P&I Club)의 1,400억과 국제유류오염보상기금(International Oil Pollution Compensation Fund: IOPC)의 1,800억 등 총 3천2백여억원에 불과하다. 이 보상 한도액을 초과하는 부분에 대해서 대한민국 정부가 사고 발생 후 긴급히 제정한 ‘허베이스피리트호유류오염사고피해주민의지원및해양환경복원에관한특별법’에 의거하여 지원한다고 되었다. 하지만 아직 선주/기금(이하 ‘국제기금’ 측으로 명명함)측의 최종 사정결과가 법원에 제출되지 않았지만 일부지역 일부 어업에 대하여 공표된 사정결과는 피해자측이 조사기관을 통해 감정한 금액의 10%에도 미달하고 있음이 밝혀졌다²⁾. 이러한 피해자측과 국제기금측이 각각 독자적으로 감정한 손해액에 현격한 격차가 있는 만큼 향후 사회적 갈등의 소인으로 작용할 것이 우려되고 있다.

본 논문은 어떻게 해서 피해자측과 가해측 즉 국제기금측과의 손해청구액이 이렇게 현격하게 차이가 나게 되었는가에 대한 문제인식으로부터 출발한다. 더구나 피해자측인 어업인들의 손해감정은 대부분 어업피해전문조사기관 또는 전문손해사정기관에서 수행된 것임을 감안한다면 이 정도의 차이는 상식적으로 이해하기 힘든 수치가 아닐 수 없다. 물론 여기에는 일부 영리를 추구하는 조사기관 및 피해정도를 과장하려는 어업인들의 기회주의적인 행동이 영향을 주었다고는 추측할 수도 있을 것이다. 하지만 이 정도의 차이가 나는 것은 기본적으로 유류오염에 의한 어업피해 인정범주와 기준에 있어서 어업피해전문조사기관과 국제기금간에 있어서 분명한 견해차이가 존재하기 때문이라고 사료된

다. 즉 유류오염에 의한 어업피해에 있어서 어획물 또는 양식생물의 자원생물학적 성격 및 어업경영상의 특성반영에 대하여 현격한 입장차이가 있다는 것이다.

따라서 본 논문은 이에 대한유류오염피해당시 직접적인 어업피해를 입었던 서산수협관내의 면허어업 특히 양식어업에 초점을 맞추어서 현행 국제기금의 손해액사정방식의 문제점을 검토하고 이의 개선방안을 제시하고자 시도되었다. 본 논문은 모두 5장으로 구성되며, II장에서는 현행 국제기금의 유류오염에 의한 양식생물의 피해사정방식을 서술하였고, III장에서는 유류오염에 의한 양식생물의 피해사정방식의 문제점과 개선방안을 제시하였다. 다음 제 IV장에서는 적용사례분석을, 그리고 제 V장에서는 요약 및 결론을 제시하였다.

II. 현행 국제기금의 유류오염에 의한 양식생물의 피해사정방식

2004년 10월 총회에서 채택되어 이듬해 4월에 출간된 국제유류오염보상기금의 보상청구매뉴얼(claims manual)은 크게 3개편으로 구성되어 있다. 즉 제 1편은 보상체계 및 국제기금의 운영방법에 대해 기술하고 있다. 제 2편은 보상을 위한 클레임처리 및 보상금지급에 관한 국제기금의 방침을 제시하고 있다. 마지막 제 3편에서는 보상클레임의 유형별 제출지침을 제시하고 있는데 양식어업의 경제적 손실에 대한 클레임과 관련내용도 수록하고 있다. 물론 본 매뉴얼의 서두에는 이것이 보상금지급에 대한 국제기금측의 책무에 대한 일반적인 견해를 제시하는 것일 뿐 세부적으로 법률적 쟁점을 다루는 것이 아니며 관계국제협약의 공식적인 해석으로 보아서

1) 대전지방 서산지원에 접수된 총 제한채권건수는 15개 피해대책위원회 및 개인채권자를 포함하여 총 127,116건에 달하고 있음
 2) 서산수협피해대책위원회 소속의 맨손신고어업자 7,778명의 총청구액은 약 1,119억원인데 비해 국제기금측의 사정액은 약 85억원 정도로 제시되었음.

는 안 된다고 명시하고 있다. 하지만 그동안 우리나라에서 이루어진 크고 작은 유류오염손해 보상사례를 살펴보다라도 국제기금측의 본 매뉴얼이 손해사정의 준거가 되어왔음을 부인할 수 없다.

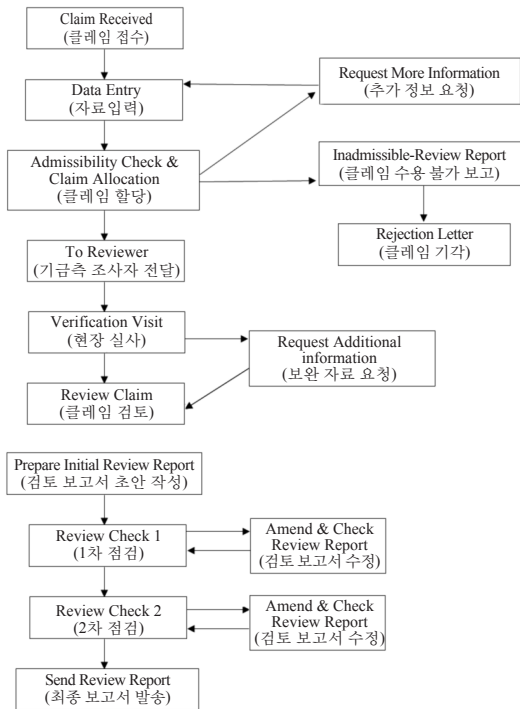
우선 유류오염에 의해 피해를 입은 재산 즉 양식어업의 경우 선박 또는 양식장비의 세척, 수리, 교체에 따른 합리적인 비용에 대한 보상은 자명하므로 논의로 한다. 문제는 양식어업의 경제적 손실에 대해 보상범위와 기준을 어떻게 설정하느냐이다. 국제기금측의 보상청구매뉴얼에 따르면 일단 양식어업에 있어서의 보상범위는 크게 적극적 손해와 소극적 손해의 2가지로 구분될 수 있다. 여기서 적극적 손해라 함은 유류오염에 의한 양식생물의 폐사, 감수, 채취폐기, 어가하락에 의한 손해액을 말한다. 소극적 손해라 함은 자연 및 양식 어류, 패류 및 다른 해양생산물 유류로 인해 심각히 오염됨으로 말미암아 정부가 국민의 건강문제를 감안하여 일시적으로 어업 및 수확 금지조치를 취함에 따라 발생한 손해 및 유류오염에 의한 먹이공급, 성장, 정상적인 방류 사이클이 방해받은 결과로 인한 손해 등을 지칭한다.

물론 이러한 양식어업의 경제적 손실을 위한 클레임의 보상이 허용되기 위해서는 오염과 손실 또는 피해 사이에 충분히 밀접한 인과관계가 입증되어야 한다. 만약 양식되는 어류 또는 패류들을 폐기하는 경우 폐기결정을 뒷받침할 수 있는 과학적인 증거를 제공하는 것이 매우 중요하다. 공공기관이 어업 또는 수확을 금지하는 조치를 하였다고 하여도 그러한 조치만으로 그러한 금지에 의하여 영향을 받은 생산물을 폐기하는 것이 정당하다는 결정적 이유는 되지 않는다. 해양생산물의 폐기라든가 조업 또는 수확 금지조치로 인하여 발생하는 손실 클레임은 그러한 폐기 또는 금지가 합리적인 경우에 한하여 인정된다. 나아가서 폐기 또는 금지가 합리적인지 여부에 대한 평가는 과학적 또는 다른 증거들을 기초

로 하기 때문에 회화분석과 유류감식에 의한 표본채취와 실험이 수행되어야 할 것이다. 유출에 의해 영향을 받은 지역으로부터의 표본과 오염된 지역 밖 근접한 저장소 또는 상업적인 출하장소로부터의 표본이 동시에 실험되어야 한다. 실험에 사용되는 두 지역에서 채취된 표본은 같은 개수로 실험되어야 한다. 오염물질을 실험하는 경우에 실험하는 사람은 실험 전에 실험대상표본이 오염의심표본인지 또는 정상표본인지를 알 수 있어서는 아니된다.

다음으로 양식어업에서의 경제적 손실에 대한 클레임은 클레임기간 동안 실제적인 소득과 이전기간 동안을 비교하여 사정된다. 예를 들어, 사고 이전 3년 동안 개별청구인의 감사받은 회계자료 또는 세금신고 기록들이 그것이다. 사정은 예산금액을 기초로 하지 않는다. 기준은 청구인의 전체사업이 오염의 결과로 인하여 경제적 손실을 입었는지 여부이다. 과거의 소득을 조사하는 목적은 청구인 사업의 과거 경제활동을 고려하여 유출이 발생하지 않았을 경우 클레임에 포함된 기간 동안의 기대수입을 결정하기 위함이다. 예를 들어, 수입이 증가 또는 감소했는지, 최근 몇 년 동안 수입이 안정적으로 유지되었는지, 그러한 경향에 어떤 특별한 이유가 있는지에 대한 것들이다. 그렇게 함으로써 청구인의 특별한 상황과 제출된 모든 증거가 고려된다. 또한 오염된 지역에서의 어업에 적용되는 어업관련 규정뿐 아니라 정상적인 수입 및 지출을 보여주는 어획기록, 판매기록 또는 비용기록 등이 고려된다. 경우에 따라서는 청구인이 종사하는 어업 활동이나 적용되는 규정에 있어서 양식방법, 어종의 혼합, 판매가 및 비용 등에 있어서의 변동도 고려된다. 기록이 불완전하거나 없는 신종어업 또는 사업의 경우 영향을 받은 지역에서의 유사 어업활동 또는 사업과 유사한 정도의 피해를 입었다고 가정하여 그러한 유사영역에서의 평균감소율이 적용될 수 있다.

이상과 같은 양식어업의 경제적 손해에 대한



〈그림 1〉 유류오염에 의한 양식어업 피해에 대한 클레임 처리 과정

클레임이 실제로 처리되는 흐름을 보면 다음의 〈그림 1〉과 같이 제시할 수 있다.

Ⅲ. 국제기금의 유류오염 양식생물의 피해사정방법의 문제점 및 개선방안

1. 국제기금의 유류오염 양식생물의 피해사정방법의 문제점

이상에서 제시된 국제기금의 유류오염에 의한 양식어업의 보상범위와 기준은 보상 클레임의 상식적 준거를 벗어나지 않고 있다고 사료된다. 하지만 국제기금의 보상청구매뉴얼상의 양식생물의 보상체계는 크게 3가지의 문제점을 갖고 있다고 사료된다. 첫째는 양식생물의 자원생물학적 특성을 무시하고 유류오염에 의한 현재 시점의 양식생산 피해에 초점이 맞추어져 있다

는 것이다. 주지하다시피 유류오염사고가 발생할 당시, 양식어장에는 출생연도 및 방양연도를 달리하는 복수개의 연령군의 어획생물이 존재하고 있다. 이 중에는 사고당시에 수확 중에 있는 연령군만 아니라 해마다 되풀이 되는 미래의 어기에 생산예정인 연령군도 포함된다. 즉 아직 경제적 크기에 도달하지 않은 연령군의 피해는 사고 당시의 폐사가치로만 측정해서는 진정한 손해액을 반영할 수 없는 것이다. 그런데도 국제기금측의 보상청구매뉴얼에는 이에 대한 구체적인 언급이 없다. 둘째 양식생물의 특성을 고려하지 않은 피해기간의 일률적 적용의 문제이다. 유류오염에 의한 양식어업의 적극적 및 소극적 손해액의 각 범주별 경제적 손해를 확정하고자 한다면 구체적으로 피해기간이 결정되어야 한다. 그리고 그 피해기간이야말로 양식생물의 종류와, 양성기간, 그리고 양식어업의 경영방식에 따라서 각기 상이할 수 밖에 없다. 하지만 국제기금의 보상청구매뉴얼에는 이에 대한 구체적인 언급이 없어 자의적으로 적용될 소지가 다분히 있다고 판단된다. 또한 그간의 유류오염사고의 경우 통상적으로 유류오염사고 이후 해양생태계에서 육안으로 유징이 사라지는 기간 내지 일정 수준의 원상회복이 이루어지는 기간을 정하여 일률적으로 적용한 것이 많았다. 그러나 이러한 일률적 적용은 양식생물의 수산자원적 특성을 고려한다면 터무니없는 것이라고 볼 수 밖에 없다. 세 번째로는 유류오염사고 이후 양식어장의 원상회복기간 동안 태어난 신생개체군이 잔류 유류오염으로 인해 폐사하거나 및 성장이 저해될 때 이에 따른 어업생산감소 보상은 전혀 고려하지 않고 있다는 점이다.

2. 국제기금의 유류오염 양식생물의 피해사정방법의 개선방안³⁾

이상의 문제점을 개선하기 위해서는 자연상

3) 만일 자연양식이 아닌 수하양식과 같이 인공채묘를 하는 양식어업의 피해의 경우에는 새로운 모형이 적용되어야 함.

태에 존재하는 양식생물의 피해가 어떤 형태로 이루어지는가에 대한 자원생물학적인 이론적 이해가 필요한데 이를 간략히 설명하면 다음과 같다.

마을어업과 같이 자연양식어장에 분포하는 연급군에는 나이가 어리고 어체가 작아 아직 어획대상이 되지 않는 연급군과 어체가 어업자의 관심을 끌 정도로 자라서 어획대상이 되는 연급군이 있다. 전자를 가입전 연급군 (Pre-exploited cohorts)이라 하고, 후자를 가입후 연급군 (Exploited cohorts)이라 부르기로 한다. 유류오염기간 중에 발생하는 피해영향에 노출됨으로써 피해를 입는 가입전 연급군과 가입후 연급군을 각각 가입전 피해연급군과 가입후 피해연급군이라 부르기로 한다. 그리고, 유류오염기간 중에 어장에 분포하는 연급군은 서로 출생년도가 다른 만큼 나이를 달리한다. 연급군을 출생한 연도를 기준하지 않고 출생후 경과년수를 기준하여 연령군으로 지칭할 수가 있다. 이 경우 출생후 1년 미만의 개체들은 0세군, 출생후 1년 이상 2년 미만의 개체들은 1세군, 출생후 n 년 이상 $n+1$ 년 미만의 개체들은 n 세군이라 부르기로 한다. 따라서 세는 소수점 이상의 수치에 의거해 연령군을 확인하여 n_c 세군으로 부르기로 한다.

양식수산생물의 가입년령, 최고년령, 유류오염개시년도 및 유류오염종료년도를 각각 X_c 세, X_λ 세, t_s 년도 및 t_e 년도이라 하면, 피해영향에 노

출된 피해연급군은 유류오염이 종료되었다 하더라도 유류오염종료년도의 출생연급군 (피해종료시점 현재로 가장 나이 어린 가입전 피해연급군)에 속하는 개체가 어장에서 완전히 소멸되는 t_e+n_λ 년도까지 어장에 존재한다. 따라서, 유류오염종료 후에도 피해는 존속하는데 피해존속기간은 n_λ 년이다.

가입전 피해연급군은 유류오염기간 중에 출생하는 연급군은 물론이고 유류오염이 시작되는 연도에 어장에 분포하는 가입전 연급군도 포함한다. 유류오염기간 중의 출생연급군은 t_e-t_s+1 개 있으며, 유류오염개시년도의 가입전 연급군은 n_c 개 존재한다. 따라서, 유류오염기간 동안의 가입전 연급군의 총수는 $t_e-t_s+1+n_c$ 개다.

가입후 피해연급군은 유류오염 개시 연도 이전에 가입하여 유류오염개시 당시의 어장에 분포하는 어획대상 연급군만을 포함한다. 따라서, 가입후 피해연급군은 $n_\lambda-n_c$ 개 있다.

유류오염이 발생되지 않을 경우 t 년도에 어장에 분포하는 x 세군으로부터 여생동안 올리는 어획량을 여생어획량 (Y_x)이라 하면,

$$Y_x = \int_x^{X_\lambda} FN_x W_x dx \quad (1)$$

이다. 여기서, $X \leq X_c$ 이면 가입전 연급군의 여생어획량이고, $X > X_c$ 이면 가입후 연급군의 여생어획량에 해당한다.

수산생물이 x_c 세에 가입하여 여생동안 올리는

<표 1> 유류오염의 피해영향에 노출되는 수산생물의 연급군*

연령	연 도								
	t_s	t_s+1	t_s+2	...	t_e	t_e+1	t_e+2	...	t_e+n_λ
0	$B_{t_s, 0}$	$B_{t_s+1, 0}$	$B_{t_s+2, 0}$	...	$B_{t_e, 0}$	$B_{t_e+1, 0}$	$B_{t_e+2, 0}$	...	$B_{t_e+n_\lambda, 0}$
1	$B_{t_s+1, 1}$	$B_{t_s+1, 1}$	$B_{t_s+1, 1}$	...	$B_{t_e-1, 1}$	$B_{t_e, 1}$	$B_{t_e+1, 1}$	...	$B_{t_e+n_\lambda-1, 1}$
2	$B_{t_s-2, 2}$	$B_{t_s-1, 2}$	$B_{t_s, 2}$	...	$B_{t_e-2, 2}$	$B_{t_e-1, 2}$	$B_{t_e, 2}$	...	$B_{t_e+n_\lambda-2, 2}$
...
...
...
X_λ	$B_{t_s-n_\lambda, X_\lambda}$	$B_{t_s+1-n_\lambda, X_\lambda}$	$B_{t_s+2-n_\lambda, X_\lambda}$	...	$B_{t_e-n_\lambda, X_\lambda}$	$B_{t_e+1-n_\lambda, X_\lambda}$	$B_{t_e+2-n_\lambda, X_\lambda}$	...	B_{t_e, X_λ}

* t_s : 개시년도, t_e : 종료년도, x_λ : 최고연령, n_λ : 최고연령군

** $B_{x,y}$: x 년도에 출생한 연급군(즉, x 년급군)이 y 세가 되었을 때(즉, $X+Y$ 년도에 있어서)의 생존량

*** 음영으로 표시한 연급군은 유류오염 피해영향에 노출되는 연급군을 가리킴

어획량은 Beverton and Holt (1957)의 이론에 의하면 연평형어획량 (Y_E)이다.

$$Y_E = Y_{x_c} = \int_{x_c}^{X_\lambda} FN_x W_x dx \quad (2)$$

Y_E : 연평형어획량

x_c : 가입연령

X_λ : 최고연령

F : 순간어획사망계수

N_x : 연령 x 세의 마리수

W_x : 연령 x 세의 평균체중

따라서, 유류오염기간 동안 피해영향에 노출된 모든 연급군으로부터의 총여생어획량 (Y_ϕ)은

$$Y_\phi = [(t_e - t_s + 1) + n_c] \cdot \int_{x_c}^{\infty} FN_x W_x dx + \sum_{i=1}^{\infty} \int_{x_c+i}^{\infty} FN_x W_x dx \quad (3)$$

이다. 여기서, X_λ 는 어민들의 어획물 중에서 가장 나이가 많은 개체의 연령으로 간주하지만, 최고연령군은 생존수가 매우 적어 실제 조사에서는 발견이 매우 어려우므로 최고연령을 ∞ 로 처리한다. 사망률이 높고 생존수가 극히 적으며 성장은 거의 멈춘 상태이므로 최고연령으로부터 기대되는 어획량은 거의 미미한 정도이며, 최고연령을 ∞ 로 처리하여 발생하는 어획량 추정오차는 무시해도 좋을 것이다. 여생어획량이 Y_E 로서 매년 일정하다면, 유류오염기간 동안 어장에 분포하여 피해영향에 노출된 수산생물의 총여생어획량은

$$Y_\phi = [(t_e - t_s + 1) + n_c] \cdot Y_E + \sum_{i=1}^{n_s - n_c} Y_{X_c+i} \quad (4)$$

이다. 식 (4)의 우변에서 $[(t_e - t_s + 1) + n_c] \cdot Y_E$ 는 가입전 여생어획량이고, $\sum_{i=1}^{n_s - n_c} Y_{X_c+i}$ 는 가입후 여생어획량이다.

따라서, 연평형어획량에 대한 유류오염기간 중에 피해영향에 노출된 모든 연급군으로부터 기대되는 총여생어획량의 비가 연평형어획량을 기준으로 하는 어업피해기간이 된다. 어업피해기간을 τ 라 하면, τ 는 다음의 식 (5)와 같다.

$$\tau = \frac{Y_\phi}{Y_E} = t_e - t_s + 1 + n_c \frac{\sum_{i=1}^{n_s - n_c} Y_{X_c+i}}{Y_E} \quad (5)$$

식 (5)의 우변에서 $t_e - t_s + 1$ 는 유류오염기간이며, 나머지 항은 유류오염종료후에 피해의 후유증이 계속되는 피해잔존기간에 해당한다. 가입후 여생어획량을 Y_r 로 나타내고, 피해잔존기간을 τ_r 이라 하면,

$$Y_r = \sum_{i=1}^{n_s - n_c} Y_{X_c+i} \quad (6)$$

$$\tau_r = n_c + \frac{Y_r}{Y_E} \quad (7)$$

이 된다. 식 (7)에 의해 피해잔존기간(τ_r)을 구하기 위해서는 양식생물에 대해 식 (2)의 연평형어획량 방정식을 알아야 한다.

따라서 이상에서 살펴본 바로 유류오염사고에 따른 양식생물의 타당한 보상액을 사정하기 위한 적절한 방안을 제시하면 다음과 같다. 우선 첫째로 유류오염사고당시에 어장에 분포하고 있음으로 해서 유출원유에 노출된 모든 연령군을 두고 연령군의 특성을 반영한 폐사에 대해 손해액사정이 이루어져야 한다. 다음으로 단순히 어장에서 유징이 사라지는 기간만이 피해기간이 아니고 유징이 사라진 이후의 피해잔존기간까지를 고려한 과학적인 피해기간이 제시되어야 한다. 마지막으로 유류오염사고시점에는 존재하지 않았지만 사고 시점 이후에 번식하여 어장에 착생하거나 방양되는 연급군 즉 신생개체가 잔류유류에 노출되어 피해를 입게 되는 손해액도 고려하는 것이 타당하다는 것이다.

IV. 사례분석

본 논문에서 예시하고 있는 사례는 2007년 12월에 발생한 태안유류오염사고로 피해를 입은 서선수협관할의 굴양식어업권(태안면허 제 00호)에 대한 피해사정방법을 제시한 것이다. 이를 위해서 부경대학교 해양과학공동연구소가

2009년 11월 대전지방법원 서산지원에 제출한 서산수협 허베이스피리트호 유류오염사고로 인한 어업피해감정서의 내용일부를 저자의 동의 하에 인용하였음을 밝혀둔다.

1. 양식생물의 폐사에 따른 손해의 사정방법

1) 정상시의 어업실태

〈표 2〉에서 제시하고 있는 바와 같이 태안마을 제27호 어업권은 굴을 투석식으로 생산하고 있다. 이 어장에서 굴이 착생하는 기질은 주로 인공적으로 시설한 굴돌이다. 생산되는 굴은 매년 자연적으로 발생하여 굴돌에 착생하는 치패가 성장한 것이다. 이곳의 굴의 산란기는 6~8월이다. 따라서, 치패의 착생도 6~8월이다. 수확은 착생 후 세 번째로 맞이하는 겨울에 이루어진다. 여기는 10월~익년 3월에 걸쳐 있고, 성어기는 그 중간인 12월이다. 수확연령은 정확하게 특정한다면 어기의 중간 시점 12월을 기준으로 하여 약 3.5세가 된다. 수확성패의 크기는 4.4g인 것으로 확인된다. 현지어민의 진술에 의하면, 양성기간 동안의 사망률은 15%이다.

2) 조사시점의 현존량 및 어장 상황

이 어장에 대해 조사가 실시된 것은 2008년 04월 22일이다. 유류사고가 2007년 12월 07일에 일어난 점을 감안하면, 조사는 사고 후 137일이 경과한 시점에 실시된 것이다. 어장에서 확인된 연령군은 2세군에서 5세군까지이다. 0세군(즉, 2007년 6~8월에 착생한 연령군)과 1세군(즉, 2006년 6~8월에 착생한 연령군)도 분포하고 있음에 틀림없지만, 크기가 매우 작아 표착 기름이 부착한 어장 상황으로 미루어 육안 관찰에서 놓친 것으로 사료된다.

연령군별로 현존량과 생존수를 확인하였고 이를 기초자료로 하여 연령조성, 연령군별 평균 육중(즉, 알굴 무게) 및 수확예정시기를 확인한 결과는 〈표 3〉에서 제시하고 있는 바와 같다.

3) 피해여부 및 피해형태

조사 당시 이 어장은 전체적으로 아직 표착 유류로 덮여 있었고, 폐사된 개체가 다량으로 관찰되었으며, 조업은 완전히 중단된(행정적으로 조업금지된) 상태에 있었다. 이를 근거로 하여 조사자는 이 어장에 대해 피해가 있는 것으로 판정

〈표 2〉 예시 어업권의 정상시의 어업실태

면허번호	어업면허처분				어업실태				양성 사망률 (%)	비고
	입어자	생물	어업 방법	면허면적 (ha)	어장가입 (방양)		어구가입 (수확)			
					시기(월)	시기(월)	연령(년)	크기(g)		
태안마을 제27호	학암포 어촌계	굴	바닥 (투석)	4	산란기 (6-8)	10- 翌年3 (12말)	3.5	4.4	15	

〈표 3〉 예시 어업권의 조사시점의 현존량 및 어장상황

면허번호	조사시점의 현존량 및 어장상황						종묘 방양 시기 (년월)	수확 예정 시기 (년월)	비고	
	조사 일자 (년월일)	연령별 분포군	현존량 (kg)	개체수 (미)	연령 조성 (%)	크기				
						각고(cm)				육중(g)
2008. 04.22	0세군	정량불능	-	-	-	-	산란기	2010.12		
"	1세군	정량불능	-	-	-	-	"	2009.12		
"	2세군	77	93,987	15	3.1	0.8	"	2008.12		
"	3세군	806	503,422	78	4.1	1.6	"	2007.12		
"	4세군	128	43,711	7	6.2	2.9	"	2007.12		
"	5세군	31	6,922	1	9.5	4.5	"	2007.12		

〈표 4〉 예시 어업권의 피해여부 및 피해형태

면허 번호	어업면허처분		연령군	피해 여부	피해형태					어장 등급 ¹⁾	조업재개 시점 ²⁾	비고
	입어자	생물			斃死	廢棄	出荷 禁止	品質 毀損	生理 沮害			
태안마을 제00호	000 어촌계	굴	0세군	○	○	-	-	-	○	2	208.09.03	
		"	1세군	○	○	-	-	-	○	"	"	
		"	2세군	○	○	-	-	-	○	"	"	
		"	3세군	○	○	-	○	-	○	"	"	
		"	4세군	○	○	-	○	-	○	"	"	
"	5세군	○	○	-	○	-	○	"	"			

1) 부경대학교 해양과학공동연구소 감정서(2009.11) 제34장에 수록된 저질내 유류잔존농도의 소멸기간에 따른 등급
2) 농림수산식품부가 2008.05.19에 유류피해정도에 따라 고시한 조업재개시점

하고, 피해 형태를 폐사, 생리저해 및 출하금지의 세 가지로 처리하였다. 여기서 출하금지라 함은 정부당국이 취한 조업금지의 행정조치를 가리키는 것으로 조업재개가 허용된 시점은 2008년 9월 3일이며, 이를 정리한 것이 〈표 4〉에 제시되어 있다.

4) 사고시점의 생존수

〈표 2〉~〈표 4〉에 제시한 바와 같이 정상시의 어업실태, 조사시점의 현존량 및 피해상태 자료를 근거로 하여 우리는 먼저 사고시점, 즉 유류피해가 발생하기 직전의 정상상태의 어장을 재현하기로 한다. 여기서 사고시점의 정상상태라 함은 사고직전의 어장에 분포하는 어업생물의 연령별 생존수 및 현존중량을 의미한다.

총 여섯 개의 연령군 중에서 당해연도의 어기(2007.10~2008.03)에 가입됨으로써 채취의 중심을 이루는 3세군에 대해서 계산을 진행하기로 한다. 조사시점의 3세군의 생존수는 503,422미(12.6미/m²)이다. 이를 사고시점의 생존수(즉, 사고시점의 정상상태의 생존수)로 환산하면, $503,422 \times e^{(M+M')-(137/365)} = 812,306$ 미가 된다. 여기서 M (순간자연사망계수)와 M' (조사시점까지의 순간유류사망계수)⁴⁾할 것은 각각 $0.4351yr^{-1}$ 과 $0.8396yr^{-1}$ 이다. 137/365은 사고시점에서 조사시점까지의 경과시간이 137/365년이기 때문이다.

어획대상인 4세군과 5세군은 실은 1년 전 및 2년 전에 채취에서 누락된 것들이다. 이들 두 연령군의 사고 시점의 생존수도 조사시점의 생존수를 적용하여 3세군의 경우와 동일한 방법으로 사고시점의 생존수를 계산한다. 4세군의 경우는, $43,711 \times e^{(M+M')-(137/365)} = 70,531$ 미이며, 5세군은 $6,922 \times e^{(M+M')-(137/365)} = 11,169$ 미이다.

한편, 아직 채취대상으로 가입하지 않은 2세군(2008.10~2009.03에 수확예정), 1세군(2009.10~2010.03에 수확예정), 0세군(2010.10~2011.03에 수확예정)은 아직 크기가 작아 본 감정 시점에 정확하게 생존수가 파악되지 않는 점을 감안하여, 3세군의 사고시점의 생존수를 기준으로 정상상태의 생존수를 추정하였다. 단, 3세군은 사고당시 이미 가입되어 일부 수확이 이루어졌으므로, 3세군의 수확이전 양으로 환산하여 추정하였다. 즉, 2세군은 3세군의 만 1년 전의 생존수로 간주하여, $812,306 \times e^{(M+F-53/152)} = 1,672,166$ 미이다. 1세군은 3세군의 만 2년 전의 생존수로 간주하여, $812,306 \times e^{(2M+F-53/152)} = 2,583,693$ 미이다. 0세군은 3세군의 만 3년 전의 생존수로 간주하여, $812,306 \times e^{(3M+F-53/152)} = 3,992,109$ 미이다.

이와 같이 가입연령군의 생존수로 미가입군의 생존수를 추정하는 것은, 어장 환경이 평시에는 평균적으로 일정한 수준에서 안정되어 있고,

4) 부경대학교 해양과학공동연구소의 감정서(2009.11)의 표 23.1 및 표 23.2를 참조

이에 따라 어장에 분포하는 어업생물자원도 평형상태를 유지하고 있었던 것으로 가정하기 때문이다.

5) 정상상태의 연간어업생산량⁵⁾

(1) 가입군

사고시점 현재로 3, 4 및 5세군은 당해 연도의 어기(2007.10)가 시작되면서 사고시점까지 일부는 수확되었고, 앞으로 계속되는 어기에서의 수확을 앞두고 유류피해를 입었다. 여기서는, 유류사고가 발생하지 않았다는 가정을 전제로 하고 당해 연도의 어기의 잔여기간 동안은 물론이고, 향후 해를 거듭하면서 반복되는 어기에 있어서 어업생산량을 산출하기로 하다 예시적으로 3세군의 경우만 제시하기로 한다.

① 3세군

조사시점에서 어장에 분포하는 3세군은 어업실태에서 알 수 있는 바와 같이 3세, 4세 및 5세를 거치며 6세가 되기 전까지 어획되면서 어장에 생존한다. 따라서 3세군은 3세시, 4세시 및 5세시로 구분하여 각 年齡時의 연간어업생산량을 산출하기로 한다.

가. 세시의 연간어업생산량

3세군의 어기 말(2008.03.15)의 생존수는 $812,306 \times e^{-(M \cdot 99/365 + F \cdot 99/152)} = 422,404$ 미이다. 여기서 순간자연사망계수(M)에는 잔여어기로 99/365년을 적용하는 것은 마산지방해양수산청 통영수산기술관리소(2002)의 자료에 제시한 순간자연사망계수의 정도로 연중 자연사망과정이 진행되기 때문이고, 순간어획사망계수(F)⁶⁾에는 잔여어기로 99/152년을 적용하는 것은 상기자료에 제시된 순간어획사망계수가 실은 어기 동안(10월 15일에서 익년 3월 15일까지)에만 적용되는 값인 것으로 보았기 때문이다. 3세군의 사고시점에 있어서의 생존수는 812,306미이고, 이로

부터 잔여어기 동안의 총사망미수를 계산하면, $812,306 - 422,404 = 389,902$ 미이다. 이중에서 어획사망미수는 $389,902 \times (F \cdot 99/152) / (M \cdot 99/365 + F \cdot 99/152) = 319,536$ 미이다. 어획사망시의 육중은 사망시점이 각기 다르기 때문에 우리는 사망시의 평균육중으로 4.4748g을 적용하기로 하고, 3세군의 3세시의 어업생산량을 구하면 $319,536 \times 4.4748g = 1,430kg$ 이 된다.

나. 4세시의 연간어업생산량

3세군의 3세시의 어기말(2008.03.15)의 생존수는 앞에서 제시한 바와 같이 422,404미이다. 이것이 4세가 되어 어기 초(2008.10.15)에는 $422,404 \times e^{-M \cdot 213/365} = 327,685$ 미가 생존하고, 어기말(2009.03.15)이 되면 $327,685 \times e^{-(M \cdot 152/365 + F)} = 120,068$ 미가 살아남게 된다. 어기동안의 사망미수는 $327,685 - 120,068 = 268,618$ 미이다. 이 중에서 어획사망미수는 $268,618 \times F / (M \cdot 152/365 + F) = 170,148$ 미가 된다. 어획사망시의 평균육중으로 6.3322g을 적용하면 3세군의 4세시의 평균연간어업생산량은 $170,148 \times 6.3322g = 1,077kg$ 으로 추정된다.

다. 5세시의 연간어업생산량

3세군의 4세시의 어기 말(2009.03.15)의 생존수는 앞에서 제시한 바와 같이 120,068미이다. 이것이 5세가 되어 어기 초(2009.10.15)에는 $120,068 \times e^{-M \cdot 213/365} = 93,145$ 미가 생존하고, 이것은 6세가 되기 전에 전부 사망한다. 그 중에서 어획사망미수는 $93,145 \times F / (M \cdot 152/365 + F) = 76,335$ 미가 된다. 어획사망시의 평균육중으로 8.2608g을 적용하면 3세군의 5세시의 평균연간어업생산량은 $76,335 \times 8.2608g = 631kg$ 으로 추정된다.

라. 4세군

3세군의 경우와 동일한 방법을 적용하여 4세

5) ibid, 제 23장의 내용을 참조할 것

6) ibid, 표 23.1 참조할 것.

군의 4세시 및 5세시의 어획량을 산출하면 각각 180kg과 193kg이 된다.

마. 5세군

3세군의 경우와 동일한 방법을 적용하여 5세군의 5세시의 어획량을 산출하면 각각 64kg이 된다.

(2) 미가입군

어장에는 크기가 작아 유류사고 당시의 어기에는 어획대상이 되지 않고 향후 1년 이상이 경과하여야 어획대상이 되는 연령군이 다수 존재한다. 이에는 상술한 바와 같이 2세군, 1세군 및 0세군이 포함된다. 이들 연령군의 조사시점에서의 현존량은 크기가 작아 표본 채취에 다소 간에 누락되었을 가능성이 매우 높다. 우리는 정상상태의 평형어업자원을 전제로 하고 이들 연령군이 3세군이 되면서 어획대상이 될 때의 생존량을 사고당시의 3세군의 어기초의 현존량과 동일한 수준으로 간주한다.

사고시점(2007.12.07)에 어장에 분포하는 3세군의 생존미수는 상술한 바와 같이 812,306미이다. 이로부터 어기초의 생존미수를 역산하면 $812,306 \times e^{(M \cdot 152/365 + F - 53/152)} = 1,152,805$ 미가 된다. 이를 사고시점의 2세군, 1세군 및 0세군의 가입미수로 간주하여 각각 6세가 되기 전까지의 평균연간어업생산량을 추정하기로 한다. 여기서는 2세군의 경우만 예시하기로 한다.

① 2세군

가. 3세시의 연간어업생산량

2세군의 3세시의 어기 말(2009.03.15)의 생존수는 $1,152,805 \times e^{-(M \cdot 152/365 + F)} = 422,404$ 이다. 이로부터 3세시의 어기 동안의 총사망미수를 계산하면, $1,152,805 - 422,404 = 730,402$ 미이다. 이 중에서 어획사망미수는 $730,402 \times F / (M \cdot 152/365 + F \cdot 152/152) = 598,585$ 미이다. 어획사망시의 평균육중으로 4.3364g을 적용하여 2세군의 3세시의 연간어업생산량은 $598,585 \times 4.3364g = 2,596kg$ 이 된다.

나. 4세시의 연간어업생산량

2세군의 3세시의 어기 말(2009.03.15)의 생존수는 앞에서 제시한 바와 같이 422,404미이다. 이것이 4세가 되어 어기초(2009.10.15)에는 $422,404 \times e^{-M \cdot 213/365} = 327,685$ 미가 생존하고, 어기 말(2010.03.15)이 되면 $327,685 \times e^{-(M \cdot 152/365 + F)} = 120,068$ 미가 살아남게 된다. 어기동안의 사망미수는 $327,685 - 120,068 = 207,617$ 미이다. 이 중에서 어획사망미수는 $207,617 \times F / (M \cdot 152/365 + F) = 170,148$ 미가 된다. 어획사망시의 평균육중으로 6.3322g을 적용하면 2세군의 4세시의 평균연간어업생산량은 $170,148 \times 6.3322g = 1,077kg$ 으로 추정된다.

다. 5세시의 연간어업생산량

2세군의 4세시의 어기 말(2010.03.15)의 생존수는 앞에서 제시한 바와 같이 120,068미이다. 이것이 5세가 되어 어기 초(2010.10.15)에는 $120,068 \times e^{-M \cdot 213/365} = 93,145$ 미가 생존하고, 이것이 6세가 되기 전에 전부 사망한다. 그 중에서 어획사망미수는 $93,145 \times F / (M \cdot 152/365 + F) = 76,335$ 미가 된다. 어획사망시의 평균육중으로 8.2608g을 적용하면 2세군의 5세시의 평균연간어업생산량은 $76,335 \times 8.2608g = 631kg$ 으로 추정된다.

(3) 가입군과 미가입군의 정상상태의 연간어업생산량

이상과 같이 사고시점(2007.12.07)에 어장에 분포하고 있던 모든 연령군으로부터 정상상태(즉, 유류사고가 발생하지 않은 상태)의 연간어업생산량을 요약하면 <표 5>에 제시하는 바와 같다.

6) 유류사고 이후의 예상연간어업생산량

(1) 가입군(加入群)

사고시점 현재로 3, 4 및 5세군은 당해연도의 어기(2007.10)가 시작되면서 사고시점(2007.12.07)까지 일부는 수확되었고, 앞으로 계속되

<표 5> 사고시점(2007.12.07)에 예시 어업권어장에 분포하는 어업생물로부터 예상되는 정상상태의 어업생산량

사고시점 연령별 분포군	어기별 연간어업생산량(kg/年)						합계 (kg)	비고
	2007~ 2008	2008~ 2009	2009~ 2010	2010~ 2011	2011~ 2012	2012~ 2013		
0세군				2,595	1,077	631	4,303	
1세군			2,595	1,077	631		4,303	
2세군		2,595	1,077	631			4,303	
3세군	1,430	1,077	631				3,138	
4세군	180	193					373	
5세군	64						64	
합계	1,674	3,865	4,303	4,303	1,708	631	16,484	

1) 2007~2008어기 경우 어기초(2007.10.15)에서 사고시점(2007.12.07)까지 기간동안의 어업생산은 산입되지 아니함

는 어기에서 수확을 앞두고 유류피해를 입었다. 여기서, 유류사고가 발생한 이후에 어장에서 유정이 사고 이전의 상태로 회복되기까지 사고 당시의 당해연도의 어기의 잔여 기간 동안은 물론이고, 향후 해를 거듭하면서 반복되는 어기에 있어서의 어업생산량을 산출하기로 한다.

단 여기서 3세군의 경우만 예시한다.

① 3세군

조사시점에서 어장에 분포하는 3세군은 어업 실태에서 알 수 있는 바와 같이 3세, 4세 및 5세를 거치며 6세가 되기 전까지 어획되면서 어장에 생존한다. 따라서 3세군은 3세시, 4세시 및 5세시로 구분하여 각 연령시의 연간어업생산량을 산출하기로 한다.

가. 3세시의 연간어업생산량

3세군의 3세시의 현존량 조사시점(2008.04.22)의 생존미수는 503,422미이다. 그런데, 3세군의 3세시의 잔여어기(2007.12.07~2008.03.15)에는 조업금지조치로 인해 어업생산이 전혀 이루어지지 않았다. 따라서 3세군의 3세시의 어기(2007.10.15~2008.03.15) 중에서 사고시점 이후 잔여어기의 어업생산은 0kg이다.

나. 4세시의 연간어업생산량

3세군의 3세시의 현존량 조사시점(2008.04.22)의 생존미수는 503,422미이다. 이것이 4세가 되어 어기초(2008.10.15)에는 $503,422 \times e^{-(M \cdot$

$176/365 + M' \cdot 28/365 + (M' + M'')/2 \cdot 148/365) = 321,444$ 미가 된다. 여기서 176일은 조사시점(2008.04.21)에서 3세군의 4세시의 어기 초(2008.10.15)까지의 기간이고, 28일은 현존량 조사시점에서 유류사망정도 조사시점(2008.05.20)까지의 경과기간이고, 148일은 유류사망정도를 조사한 시점에서 3세군의 4세시의 어기 초까지의 경과기간을 나타낸다. 유류 사고시에 어장에 분포하는 연령군의 경우에는, 유류사망정도 조사 시점 이후의 유류사망정도에 대해서는 M' (조사시점까지의 순간유류사망계수) 와 M'' (조사시점이후의 순간유류사망계수)의 평균을 적용하였다. 이듬해의 어기 말(2009.03.15)의 생존미수는 $321,444 \times e^{-(M' \cdot 152/365 + (M' + M'')/2 \cdot 152/365 + F)} = 98,467$ 미가 살아나게 된다. 어기 동안의 사망미수는 $321,444 - 98,467 = 222,977$ 미이다. 이 중에서 어획사망미수는 $222,977 \times F / (M' \cdot 152/365 + (M' + M'')/2 \cdot 152/365 + F) = 155,071$ 미가 된다. 어획사망시의 평균육중으로 5.9295g을 적용하면 3세군의 4세시의 연간어업생산량은 $155,071 \times 5.9295g = 919kg$ 으로 추정된다.

다. 5세시의 연간어업생산량

3세군의 4세시의 어기말(2009.03.15)의 생존수는 앞에서 제시한 바와 같이 98,467미이다. 이것이 5세가 되어 어기 초(2009.10.15)에는 $98,467 \times e^{-(M' \cdot 213/365 + (M' + M'')/2 \cdot 213/365)} = 59,431$ 미가 생존하고, 이것이 6세가 되기 전에 어획사망미수는 $59,431 \times F / (M' \cdot 152/365 + (M' + M'')/2 \cdot 152/365 + F) =$

41,332미가 된다. 어획사망시의 평균육중으로 7.7859g을 적용하면 3세군의 5세의 연간어업생산량은 $41,332 \times 7.7859g = 322kg$ 으로 추정된다.

(2) 미가입군

어장에는 크기가 작아 유류사고 당시의 어기에는 어획대상이 되지 않고 향후 1년 이상이 경과하여야 어획대상이 되는 연령군이 다수 존재한다. 이에는 상술한 바와 같이 2세군, 1세군 및 0세군이 포함된다. 이들 연령군의 조사시점에서의 현존량은 크기가 작아 표본 채취에 다소 간에 누락되었을 가능성이 매우 높다. 우리는 정상상태의 어업자원을 전제로 하고 이들 연령군이 3세군이 되면서 어획대상이 될 때의 생존량을 사고당시의 3세군의 어기초의 현존량과 동일한 수준으로 간주한다.

사고시점(2007.12.07)에 어장에 분포하는 3세군의 생존미수는 상술한 바와 같이 812,306미이다. 이로부터 어기초의 생존미수를 역산하면 $812,306 \times e^{(M \cdot 53/365 + F \cdot 53/152)} = 1,152,805$ 미가 된다. 이를 기준으로 하여 사고시점의 2세군, 1세군 및 0세군의 가입미수를 역산하여 각각 6세가 되기 전까지의 연간어업생산량을 추정하기로 한다. 단 여기서는 2세군의 경우만 예시한다.

① 2세군

가. 3세시의 연간어업생산량

3세군의 정상상태의 어기초의 생존미수는 상술한 바와 같이 1,152,805미이다. 이를 기초로 2세군(유류사고시)의 2007.10.15현재의 생존수는 $1,152,805 \times e^M = 1,781,220$ 미이다. 이는 정상상태의 생존수이다. 이를 기초로 하여 1년 후 어기 초(2008.10.15)의 생존미수는 $1,781,220 \times e^{-(M+M' \cdot 165/365 + (M'+M'')/2 \cdot 148/365)} = 662,494$ 미이다. 이듬해의 어기 말(2009.03.15)의 생존미수는 $662,494 \times e^{-(M' \cdot 152/365 + (M'+M'')/2 \cdot 152/365 + F)} = 202,940$ 미가 살아남게 된다. 어기동안의 사망미수는 $662,494 - 202,940 = 459,554$ 미이다. 이 중에서 어획사망미수는 $459,554 \times F / (M \cdot 152/365 + (M' + M'')/2 \cdot$

$152/365 + F) = 319,601$ 미가 된다. 어획사망시의 평균육중으로 4.0008g을 적용하면 2세군의 3세시의 연간어업생산량은 $319,601 \times 4.0008g = 1,279kg$ 으로 추정된다.

나. 4세시의 연간어업생산량

2세군의 3세시의 어기 말(2009.03.15)의 생존수는 앞에서 제시한 바와 같이 202,940미이다. 이것이 4세가 되어 어기 초(2009.10.15)에는 $202,940 \times e^{-(M \cdot 213/365 + (M'+M'')/2 \cdot 213/365)} = 122,488$ 미가 된다. 이것이 어기 말(2010.03.15)이 되면 $122,488 \times e^{-(M' \cdot 152/365 + (M'+M'')/2 \cdot 152/365 + F)} = 27,681$ 미가 살아나게 된다. 어기동안의 사망미수는 $122,488 - 27,681 = 94,807$ 미이다. 이 중에서 어획사망미수는 $94,807 \times F / (M \cdot 152/365 + (M' + M'')/2 \cdot 152/365 + F) = 65,934$ 미가 된다. 어획사망시의 평균육중으로 5.9295g을 적용하면 2세군의 4세시의 연간어업생산량은 $65,934 \times 5.9295g = 391kg$ 으로 추정된다.

다. 5세시의 연간어업생산량

2세군의 4세시의 어기 말(2010.03.15)의 생존수는 앞에서 제시한 바와 같이 27,681미이다. 이것이 5세가 되어 어기 초(2010.10.15)에는 $27,681 \times e^{-(M \cdot 213/365 + (M'+M'')/2 \cdot 213/365)} = 16,707$ 미가 생존하고, 이것이 6세가 되기 전에 전부 사망한다. 그 중에서 어획사망미수는 $16,707 \times F / (M \cdot 152/365 + (M' + M'')/2 \cdot 152/365 + F) = 11,619$ 미가 된다. 어획사망시의 평균육중으로 7.7859g을 적용하면 2세군의 5세시의 연간어업생산량은 $11,619 \times 7.7859g = 90kg$ 으로 추정된다.

② 1세군

동일한 계산방법을 적용하여 1세군의 3세시, 4세시 및 5세시의 어획량을 산출하면 각각 832kg, 228kg 및 80kg이 된다.

③ 0세군

동일한 계산방법을 적용하여 0세군의 3세시, 4세시 및 5세시의 어획량을 산출하면 각각

541kg, 148kg 및 52kg이 된다.

(3) 가입군과 미가입군의 유류피해의 연간어업 생산량

이상과 같이 사고시점(2007.12.07)에 어장에 분포하고 있던 모든 연령군으로부터 유류피해상태의 연간어업생산량을 요약하면 <표 6>에 제시하는 바와 같다.

7) 예시 어업권의 유류사고 이후 폐사에 의한 어업생산감소량 산출

우리는 <표 5>와 <표 6>에 유류사고가 발생하지 않은 상태의 연간어업생산량과 유류피해를 입은 상태의 연간어업생산량을 평가하였다. 이를 기초로 하여 유류사고 이후에 폐사에 의한 어업생산감소량을 산출하면 <표 7>에 제시하는 바와 같다.

2. 양식생물의 장래예상폐사에 따른 손해의 사정방법⁷⁾

앞서 본 논문은 유류사고시점(2007.12.07)에 어장에 분포하고 있던 연령군에 대해서만 유류피해에 따른 어업피해량을 산출하였다. 하지만 어장에 표착한 유류는 피해등급에 따라 시차가 다르지만 상당한 기간 동안에 걸쳐 어장에 잔류한다. 따라서 사고시점에는 존재하지 않았지만 사고년도의 익년 이후에 번식하여 어장에 착생하거나 방양되는 연령군도 잔류 유류에 노출됨으로써 피해영향을 피할 수 없게 된다. 여기서는 피해어장에서 2008년 이후에서 유징이 사고 이전의 정상상태로 회복되는 시점 이전까지의 기간에 어장에 분포하게 되는 어업생물의 생산피해를 추정하기로 한다.

<표 6> 사고시점에 예시 어업권어장에 분포하는 어업생물로부터 예상되는 유류피해상태의 어업생산량

사고시점 연령별 분포군	어기별 연간어업생산량(kg/年)						합계 (kg)	비고
	2007~ 2008	2008~ 2009	2009~ 2010	2010~ 2011	2011~ 2012	2012~ 2013		
0세군				541	148	52	741	
1세군			832	228	80		1,140	
2세군		1,279	391	90			1,760	
3세군	0	919	322				1,241	
4세군	0	151					151	
5세군	0						0	
합계	0	2,349	1,545	859	228	52	5,033	

1) 2007~2008어기의 경우 어기 초(2007.10.15)에서 사고시점(2007.12.07)까지 기간동안의 어업생산은 산입되지 아니함

<표 7> 사고시점에 예시 어업권어장에 분포하는 어업생물에 근거한 유류피해의 어업생산감소량

구분	어기별 연간어업생산량(kg/年)						합계 (kg)	비고
	2007~ 2008	2008~ 2009	2009~ 2010	2010~ 2011	2011~ 2012	2012~ 2013		
정상상태의 연간어업생산량	1,674	3,865	4,303	4,303	1,708	631	16,484	
유류피해상태의 연간어업생산량	0	2,349	1,545	859	228	52	5,033	
연간어업 생산감소량	1,674	1,516	2,758	3,444	1,480	579	11,451	

7) ibid, 제 27장의 내용을 참조할 것.

〈표 8〉 예시 어업권에 있어서 유류피해사고 이후에 출생한 연급군의 정상상태의 예상어업생산량

연급군	어기별 연간어업생산량(kg/年)							합계 (kg)	비고
	2011~ 2012	2012~ 2013	2013~ 2014	2014~ 2015	2015~ 2016	2016~ 2017	2017~ 2018		
2008	2,595	1,077	631					4,303	
2009		2,959	1,077	631				4,303	
2010			2,595	1,077	631			4,303	
2011				2,595	1,077	631		4,303	
2012					2,595	1,077	631	4,303	
2013						2,595	1,077	3,672	
합계	2,595	3,672	4,303	4,303	4,303	4,303	1,708	25,187	

1) 유류사고 이후에 출생한 연급군의 정상상태의 어업생산량
정상상태에 있어서 한 연급군의 일생동안의 매년의 어업생산량은 〈표 8〉에 제시하는 바와 같다.

2) 유류사고 이후에 출생한 연급군의 피해상태의 어업생산량(2008년 연급군의 경우만 예시)

(1) 2008연급군

① 3세시의 연간어업생산량

2008연급군은 2008.06~08월(2008.07월)에 어장에 착생한다. 착생하여 그 해 10월 15일에 어장에 생존하는 개체수는 사례분석에서 사용된 보고서에서 제시하고 있는 바와 같이 4,252,462 개체(약 106개체/m²)이다. 이 출생군은 착생 후 한편으로 생존수가 사망과정에 의해 감소하고 다른 한편으로 살아남는 개체는 성장을 계속하여 2011년 10월의 어기에 생후 처음으로 어획되기 시작한다. 2011년도의 어기 초(2011.10.15)의 생존수는 $4,252,462 \times e^{-3 \cdot (M+M'')} = 1,083,718$ 미가 된다. 여기서, M' 과 M'' 는 사례분석에서 사용된 보고서에 제시하고 있는 바와 같이 각각 $0.4351yr^{-1}$ 와 $0.0206yr^{-1}$ 이다. 어기말(2012.03.15)의 생존수는 $1,083,718 \times e^{-(M \cdot 152/365 + M'' \cdot 152/365 + F)} = 393,697$ 미이다. 여기서, F 는 사례분석에서 사용된 보고서에서 제시하고 있는 바와 같이 $0.8228yr^{-1}$ 이다. 어기동안의 사망미수는 $1,083,718 - 393,697 = 690,021$ 미이다. 이 중에서 어획사망미수는 $690,021 \times F / (M \cdot 152/365 + M'' \cdot$

$152/365 + F) = 560,701$ 미이다. 어획물의 평균육중은 4.0008g이므로, 2008연급군의 3세시의 어획량은 $560,701 \times 4,0008g = 2,243kg$ 이다.

② 4세시의 연간어업생산량

3세시의 어기말(2012.03.15)의 생존미수는 상술한 바와 같이 393,697미이다. 이 중에서 2012년 어기초(2012.10.15)에는 $393,697 \times e^{-(M \cdot 214/365 + M'' \cdot 152/365 + F)} = 301,390$ 미가 살아 남게 된다. 어기 말(2013.03.15)의 생존미수는 $301,390 \times e^{-(M \cdot 152/365 + M'' \cdot 152/365 + F)} = 109,490$ 미이다. 어기동안의 사망미수는 $301,390 - 109,490 = 191,900$ 미이다. 이 중에서 어획사망미수는 $191,900 \times F / (M \cdot 152/365 + M'' \cdot 152/365 + F) = 155,935$ 미이다. 어획물의 평균육중은 5.9295g이므로, 2008연급군의 4세시의 어획량은 $155,935 \times 5.9295g = 925kg$ 이다.

③ 5세시의 연간어업생산량

4세시의 어기말(2013.03.15)의 생존미수는 상술한 바와 같이 109,490미이다. 이 중에서 2013년 어기초(2013.10.15)에는 $109,490 \times e^{-(M \cdot 214/365 + M'' \cdot 83/365)} = 84,441$ 미가 살아 남게 된다. 여기서, 83일은 2013년 06월 06일에 유징이 정상상태로 회복되므로 2013.03.15~2013.06.06까지만 유류피해사망을 산입한 것이다. 이것이 6세가 되기 전에 전부 사망한다. 그 중에서 어획사망미수는 $84,441 \times F / (M \cdot 152/365 + F) = 69,201$ 미가 된다. 어획사망시의 평균육중으로 7.7859g을 적용하면, 2008연급군의 5세시의 연간어업생산량은 $69,201 \times 7.7859g$

=539kg으로 추정된다.

(2) 2009연급군

동일한 계산방법을 적용하여 2009연급군의 3세시, 4세시 및 5세시의 어획량을 구하면 각각 2,241kg, 935kg 및 550kg이다.

(3) 2010연급군

동일한 계산방법을 적용하여 2010연급군의 3세시, 4세시 및 5세시의 어획량을 구하면 각각 2,268kg, 954kg 및 561kg이다.

(4) 2011연급군

동일한 계산방법을 적용하여 2011연급군의 3세시, 4세시 및 5세시의 어획량을 구하면 각각 2,315kg, 974kg 및 573kg이다.

(5) 2012연급군

동일한 계산방법을 적용하여 2012연급군의 3세시, 4세시 및 5세시의 어획량을 구하면 각각

2,363kg, 994kg 및 585kg이다.

(6) 2013연급군 이후

동일한 계산방법을 적용하여 2013년도 이후에 출생하여 유류사고에 의한 피해를 전혀 받지 않는 연급군의 3세시, 4세시 및 5세시의 어획량을 구하면 사례분석에서 사용된 보고서에서 제시한 바와 같이 각각 2,595kg, 1,077kg 및 631kg이다.

(7) 유류사고 이후에 출생한 연급군의 피해상태의 어업생산량

이상에서 2008~2013연급군의 피해상태의 어업생산량을 정리하면 <표 9>에 제시하는 바와 같다.

3) 예시 어업권의 장래폐사예정 어업생산감소량
유류사고 이후의 연도(2008~2013년)에 발생한 연급군에 대해 정상상태와 피해상태에서의 어업생산량을 각각 <표 8>과 <표 9>에 제시하였다. 이로부터 장래예상피해량을 산출하면 <표

<표 9> 예시 어업권에 있어서 유류사고 이후 출생군의 예상되는 어업생산량

연급군	어기별 연간어업생산량(kg/年)							합계(kg)	비고
	2011~2012	2012~2013	2013~2014	2014~2015	2015~2016	2016~2017	2017~2018		
2008	2,243	925	539					3,707	
2009		2,244	935	550				3,729	
2010			2,268	954	561			3,786	
2011				2,315	974	573		3,862	
2012					2,363	994	585	3,942	
2013						2,595	1,077	3,672	
합계	2,243	3,169	3,742	3,819	3,898	4,162	1,662	22,695	

<표 10> 예시 어업권에 있어서 유류사고 이후 출생군의 예상되는 어업생산피해량(장래폐사예정)

연급군	어기별 연간어업생산량(kg/年)							합계(kg)	비고
	2011~2012	2012~2013	2013~2014	2014~2015	2015~2016	2016~2017	2017~2018		
2008	352	152	92					596	
2009		351	142	81				574	
2010			327	123	70			520	
2011				280	103	58		441	
2012					232	83	46	361	
2013						0	0	0	
합계	352	503	561	484	405	141	46	2,492	

10)에 제시하는 바와 같다.

3. 국제기금측 피해사정방식과 본 논문 제시방식에 의한 피해규모의 비교

이상의 <표 7>과 <표 9>를 이용하여 국제기금측의 피해사정방식에 의한 피해규모와 본 논문이 제시하는 방안에 의한 피해규모를 비교하여 제시하면 다음의 <표 11>과 같다.

<표 11>에서 보는 바와 같이 국제기금측의 방식에 따른 피해규모는 본 논문이 제시하는 방식에 의한 피해규모와 비교하면 약 12%에 불과하다. 이는 현행의 국제기금에 의한 피해사정에 의한 보상방식은 실제 양식어업에 종사하고 있는 어민들의 피해를 과도히 축소보상할 위험이 존재하고 있음을 알 수 있다 하겠다. 그러면 어떻게 해서 이러한 현격한 피해정도의 차이가 벌어지게 된 것일까? <표 11>에서 보듯이 무엇보다도 국제기금측의 방식은 유류오염사고당시에 어장에 분포하고 있음으로 해서 유출원유에 노출된 모든 연령군을 두고 연령군의 특성을 반영한 폐사에 대한 손해사정을 하지 않기 때문임을 알 수 있다.

V. 요약 및 결론

국제유류오염보상기금의 2004년 10월 총회에서 채택되어 이듬해 4월에 출간된 보상청구매뉴

얼에 따르면 일단 양식생물에 대한 유류오염피해에 있어서의 보상범위는 크게 적극적 손해와 소극적 손해의 2가지로 구분될 수 있다.

하지만 국제기금의 보상청구매뉴얼상의 양식생물의 보상체계는 몇가지 문제점을 갖고 있다고 사료된다. 우선 첫째로는 양식생물의 자원생물학적 특성을 고려하지 않고 유류오염에 의한 현재시점의 양식생산 피해에 초점이 맞추어져 있다는 것이다. 다음으로는 피해기간의 일률적 적용의 문제이다. 마지막으로 유류오염사고 이후의 원상회복기간동안 태어난 신생개체군의 잔류유류오염으로 인한 폐사 및 성장저해에 따른 어업생산감소에 대한 보상은 고려하지 않고 있다는 점이다.

따라서 유류오염사고에 따른 양식생물의 타당한 보상액을 사정하기 위한 적절한 방안을 제시하면 다음과 같다. 우선 첫째로 유류오염사고가 발생할 당시 양식어장에는 출생연도 및 방양연도를 달리하는 복수개의 연령군의 어획생물이 존재하고 있다. 이 중에는 사고당시에 수확 중에 있는 연령군만 아니라 해마다 되풀이 되는 미래의 어기에 경제적 크기가 생산예정인 연령군도 포함된다. 즉 아직 경제적 크기에 도달하지 않은 연령군의 피해는 사고 당시의 폐사가치로만 측정해서는 진정한 손해액을 반영할 수 없는 것이다. <표 11>에서 제시하는 바와 같이 국제기금측의 사정방식에 의한 피해규모는 본 논문이

<표 11> 국제기금측과 본 논문이 제시하는 방안에 의한 피해규모의 비교

사정 방식	감소량	어기별 연간어업생산량(kg/年)							합계 (kg)	비고
		2011~2012	2012~2013	2013~2014	2014~2015	2015~2016	2016~2017	2017~2018		
국제기금측 피해사정방식	현재폐사에 의한 어업생산감소량	1,674	불인정	불인정	불인정	불인정	불인정	-	1,674	1,674
본논문의 피해사정방식	연급군을 고려한 폐사생산감소량	1,674	1,516	2,758	3,444	1,480	579	-	11,451	13,943
	장래예상폐사 피해량	-	-	-	-	-	-	2,492	2,492	

제시하는 방식에 의한 피해규모의 약 12%에 지나지 않음을 알 수 있다. 이는 다름 아닌 유류오염사고당시에 어장에 분포하고 있음으로 해서 유출원유에 노출된 모든 연령군을 두고 연령군의 특성을 반영한 폐사에 대한 손해사정이 이루어지지 않았기 때문이다. 둘째로는 단순히 어장에서 유징이 사라지는 기간만이 피해기간이 아니고 유징이 사라진 이후의 피해잔존기간까지를 고려한 과학적인 피해기간을 기준으로 피해가 산정되어야 한다. 물론 생물별로 유류오염잔존기간에 대한 실증분석결과가 다양하게 나타나서 아직 학자들간에 통일된 의견이 존재하는 것은 아니지만 최장과 최단기간을 고려하여 적정한 기간을 도출할 수 없는 것은 아니라고 판단된다. 마지막으로 유류오염사고시점에는 존재하지 않았지만 사고시점 이후에 번식하여 어장에 착생하거나 방양되는 연급군 즉 신생개체군이 잔류 유류에 노출되어 피해를 입게 되는 피해도 고려하는 것이 타당하다는 것이다. 물론 세 번째 방안에 대하여서는 자원생물학적 견해로 볼 때에는 논리적으로는 무리는 없다고 판단된다. 하지만 유류오염잔존기간에 대한 다양한 이견존재와 장래에 도래할 예상피해까지 보상하는 것이 과연 타당한가에 대한 학자간 입장 차이를 고려해볼 때 국제기금측이 수용하기 어려울 것으로 예상된다. 그러나 첫 번째 방안에서 제시한 유출원유에 노출된 모든 연령군을 두고 연령군의 특성을 반영한 폐사에 대한 손해사정이 이루어져야 하는 것은 국제기금측이 반드시 보상청구매뉴얼에 포함시켜야 마땅하다고 할 것이다.

참고문헌

- 강용주 · 김기수 · 유명숙, “일정기간동안 누적된 어업피해의 사후적피해율추정모형에 관한 연구: 정착성어업을 중심으로”, 수산경영론집, 제32권 2호, 2001, pp.23 - 50.
- 강용주 · 장창익. “전북양식장 저서생태계의 훼손으로 인한 어업자원의 생산감소량 추정 모델”, 한국수산학회지, 36(40), 2003, pp.409 - 416.
- 국립수산과학원 서해수산연구소, 공문서(유류유출사고대책팀- 2877, 2008.08.21), 2008.
- 마산지방해양수산청 통영수산기술관리소, 굴 인공종묘와 자연종묘의 양성비교 시험, 2002, p.97.
- 박주석 · 강용주 · 장창익, “천해어장에서 인위적 환경훼손에 의한 어업생산 감소량 추정방법”, 한국수산학회지, 36(4), 2003, pp.402 - 408.
- 부경대학교 해양과학공동연구소, 서산수협 허베이스 피리트호 유류오염사고로 인한 어업피해배상 감정서, 2009, pp.1641 - 3074.
- Beverton, R.J.H. and S.J. Holt, “On the dynamics of exploited fish populations. Fishery investigations,” Series II, *Marine Fisheries*, Great Britain Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, 19, 1957, p.533.
- “International Oil Pollution Compensation Fund 1992,” *Claims Manual*, 2005.
- 해양수산부, 패류양식장에서 지속적인 생산성 유지를 위한 최적 생산기술 개발, 2001, p.230.