

부산지역 말쥐치 종자방류사업의 경제적 효과 분석

홍재범 · 김도훈[†]부경대학교(학생) · [†]부경대학교(교수)

Economic Effectiveness of Black Scrapper (*Thamnaconus modestus*) Fry Releasing Program in Busan, Republic of Korea

Jae-Beum HONG · Do-Hoon KIM[†]Pukyong National University(student) · [†]Pukyong National University(professor)

Abstract

This study is aimed to analyze the economic effectiveness of the Black Scrapper (*Thamnaconus modestus*) fry releasing program in Busan, Republic of Korea. Since the 1990s, the catch of Black Scrapper has decreased rapidly and has maintained a low level of catch to date. Currently, the fry releasing program is being implemented as one of the efforts to enhance the stock biomass. However, researches that analyze the economic effectiveness of program have been limited. Therefore, in this study, based on the results of fishing investigation and genetic analysis, we analyzed the economic effectiveness of Black Scrapper fry releasing program using a benefit/cost ratio method. The period range of the analysis for the program was from 2020 to 2022. As a result of the analysis, we found that there was no economic feasibility of the program both in 2020 and 2021. But in 2022, the benefit/cost ratio was estimated to be 2.4, indicating that the program was evaluated to be economically feasible.

Key words : Black scrapper (*Thamnaconus modestus*), Fry releasing program, Economic effectiveness, Benefit/Cost Ratio method

I. 서론

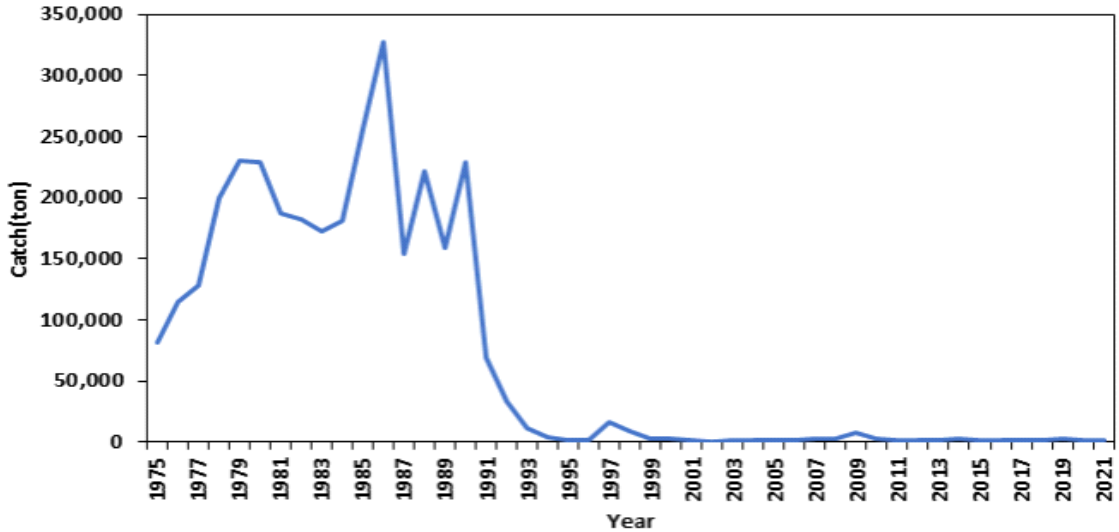
말쥐치(*Thamnaconus modestus*)는 우리나라 전 연안뿐만 아니라 일본, 중국 연안 그리고 황해 및 동중국해 등 무리를 지어 광범위하게 서식하는 어종이다(NIFS, 2022). 말쥐치는 수산가공 건어물 중 소위 쥐포의 원료로 활용되어 산업적인 가치가 높은 어종이었다(Lee et al., 2000). 하지만 1990년대 이후 어획량이 급감하여 현재까지 약 2천 톤 내외의 낮은 수준을 보이고 있으며, 특히 2021년도 어획량은 1,913톤으로 나타났다(Statistics Korea, 2022).

현재 말쥐치 어획량 통계는 통계청 생산 통계에서 쥐치류로 통합되어 조사·집계되고 있지만, 현장조사 결과 쥐치류의 대부분이 말쥐치로 확인되고 있다(Choi et al., 2020). 따라서 본 연구에서는 말쥐치 어획 현황을 쥐치류 어획 관련 통계자료를 통해 제시하였다.

말쥐치 어획량은 [Fig. 1]에서 보는 바와 같이, 1975년 81,394톤을 시작으로 증가하는 추세를 보이며 1986년에는 327,516톤을 기록하여 전체 연근해어업 어획량 대비 약 19% 정도를 차지하기도 하였다. 이후 1990년까지 약 20만 톤 대의 어획량 수준을 유지하였으나, 1991년에는 전년도대비

[†] Corresponding author : 051-629-5954, delaware310@pknu.ac.kr

* 이 논문은 부경대학교 자율창의학술연구비(2022년)에 의하여 연구되었음.



(Source : Statistics Korea(2022))

[Fig. 1] Catch of black scraper from 1975 to 2021.

절반 이상 감소한 69,744톤으로 조사되었다. 이후 어획량은 지속적인 감소 추세를 보이고 있으며, 2010년대 이후 현재까지 약 2천 톤 수준에 머물러 있다(Statistics Korea, 2022).

향후 말쥐치 자원을 지속적으로 이용하기 위해서는 현재의 자원상태에 대한 진단 및 적절한 자원관리 규제의 적용이 필요하며, 자원량 회복을 위한 다양한 조치가 이루어져야 할 것이다.

지금까지 말쥐치에 대한 선행연구들은 대부분 생물학적인 측면에 관한 것이었다. 구체적으로 살펴보면, 난 발생 과정과 부화 자어 형태에 관한 연구(Lee et al., 2000), 성숙과 산란에 대한 연구(Nam et al., 2018; Choi et al., 2020) 등이 있다. 그리고 말쥐치 자원평가 및 자원관리수단에 대한 연구(Choi et al., 2020)가 있다. 하지만 어획량이 급감했음에도 불구하고, 말쥐치 자원회복 수단에 대한 효과 분석 연구는 거의 전무한 실정이다. 최근의 말쥐치 자원평가 선행연구에 따르면, 현재의 말쥐치 자원량은 최대지속적어획량(Maximum Sustainable Yield; MSY)을 달성할 수 있는 수준 대비 2.1%에 불과한 것으로 나타나 우리나라 연근

해 어장 내 자원이 거의 고갈된 상태인 것으로 추정되었다. 이에 따라 말쥐치 자원회복을 위해 강력한 관리수단 활용의 필요성이 제시도 하였다(Choi et al., 2020).

현재 우리나라에서 수산자원의 회복을 위해 이루어지고 있는 주요 정책사업 중 하나로 수산종자방류사업이 있다. 이는 육상수조에서 키운 수산종자를 바다에 방류하여 수산자원을 회복하는 사업을 의미한다(FIRA, 2022). 수산종자방류사업의 타당성 검증을 위한 경제적 효과에 대한 분석은 지금까지 다양한 방류품종을 대상으로 이루어져 왔으나 말쥐치 종자방류사업에 대한 경제적 효과 분석은 제한적인 실정이다.

예를 들어, Kim et al.(2006)에서는 울산 지역의 전복 종자방류사업에 대한 경제적 효과를 분석하기 위해 2005년부터 2006년까지 총 3회에 걸쳐 포획 조사를 실시한 후 육안 조사를 통해 혼획률을 산정하였다. 구체적으로 포획된 전복에 대해 각정 부분이 초록색으로 나타나는지에 대한 유무를 기준으로 방류산 및 자연산으로 구분하였다. 조사 결과 전복의 혼획률은 85.0%로 나타났으며,

추가적으로 표본 조사를 통해 확보한 연령별 방류산 전복 비중을 기반으로 1998년부터 2005년까지 이루어진 방류사업의 회수율을 산정하였다. 이러한 결과를 기반으로 편익/비용기법을 활용하여 연도별 합계 기준 방류사업 비용 대비 포획금액 비율을 산출한 결과 6.8배로 나타났으며, 채취 비용까지 고려할 경우에는 2.3배로 평가되었다.

Seo et al.(2010)의 경우 넙치 종묘방류사업에 대한 경제적 효과를 분석하기 위해 시장조사법 등을 통해 혼획률을 산정하였다. 구체적으로 2009년 2월부터 11월까지 매월 위판된 넙치 중 표본을 수집하여 자연산과 방류산의 외형차이를 육안으로 판별하여 혼획률을 연급별로 산정하고, 이를 기반으로 2000년부터 2008년까지의 방류산 넙치 총 어획량을 추정하였다. 해역별 넙치 종묘 방류사업의 경제적 효과를 파악하기 위해 편익/비용분석을 수행한 결과, 동해의 경우 2.56배, 남해 9.45배, 그리고 서해는 1.34배로 평가되었다.

이들 선행연구의 경우 혼획률 조사 단계에서 방류산과 자연산 구분 기준을 육안으로 파악했다는 공통점을 가지고 있다. 하지만 최근 수산종자 방류사업의 효과 분석을 위한 방법으로 유전학적 특성 등을 반영한 연구가 다수 이루어지고 있다(Nam et al., 2019; FIRA, 2022). 특히 한국수산자원공단의 경우 수산종자 방류효과조사를 위해 유전자 정보 및 표식을 활용하여 방류산의 혼획률 조사를 실시하고 있으며, 이를 기반으로 다양한 방류어종들에 대한 경제성 평가 결과를 제시하고 있다(FIRA, 2022).

본 연구에서는 지금까지 경제적 효과 분석이 이루어지지 않은 말쥐치 종자방류사업의 경제적 효과 분석을 목표로 하고, 혼획률 산정 단계에서는 유전자 분석기법을 활용하고자 한다. 이를 통해 종자방류사업의 연도별 경제적 효과를 파악하고, 특히 연도별 혼획률 산정에 있어서는 이전 연도의 방류산이 포함되어 있으므로 연도별 편익/비용비율의 과대추정을 방지하기 위해 방류 비용 등을 누적하여 분석하였다.

해양수산부의 수산종자 방류지침(2022년)에 따르면, 5.0cm 이상의 말쥐치를 3월부터 10월까지의 기간에 방류하도록 하고 있으며, 주요 방류지역은 부산, 경남 등이다(MOF, 2022; FIRA, 2022).

본 연구에서는 말쥐치 종자가 방류되는 지역 중에서도 말쥐치 어획량 비중이 국내에서 가장 큰 지역인 부산지역을 대상으로 하여 말쥐치 종자방류사업의 실태를 조사하고, 경제적 효과를 분석하였다.

II. 연구 방법

1. 분석 방법

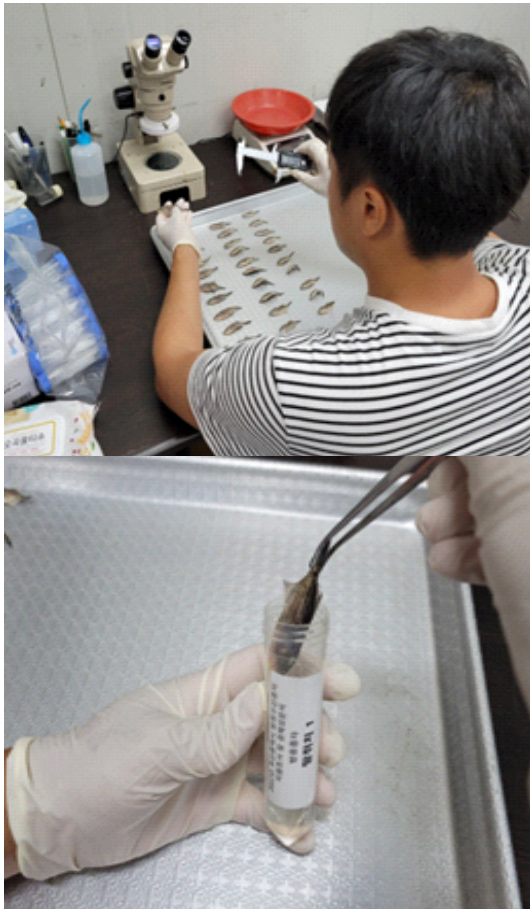
말쥐치 종자방류사업의 경제적 효과를 분석하기 위해서는 우선적으로 방류된 종자의 혼획률에 대한 조사가 필요하다. 이러한 혼획률 조사 결과를 기반으로 방류사업 현황 및 통계 자료를 활용하여 경제적 효과를 분석할 수 있다.



[Fig. 2] Research area of fry releasing program.

여기서, 혼획률은 어획된 전체 어종 중에서 방류된 어종이 차지하는 비율을 의미하는 것으로, 일반적으로 방류된 어종에 대한 확인은 유전자 분석 등을 통해 가능하다(FIRA, 2022). 본 연구에

서는 말쥐치에 대한 혼획률 파악을 위해 방류사업이 이루어진 어촌계 지역을 대상으로 한 현장조사 결과를 활용하였다. 구체적으로 현장조사에서는 [Fig. 2]에서와 같이, 말쥐치 방류 지역인 부산 서구 남부민 그리고 암남 어촌계의 협조를 통해 표본들을 확보하였다.



[Fig. 3] Investigation of outside character(up) and a gene analysis(down).

그리고 확보한 표본을 대상으로 체장, 중량 등에 대한 외부형질 조사([Fig. 3], up)와 혼획률 산정을 위한 유전자 분석([Fig. 3], down)을 실시하였다. 유전자 분석에 있어서는 개체별 유전자 분석용 샘플을 채취한 후 키트를 활용하여 DNA를

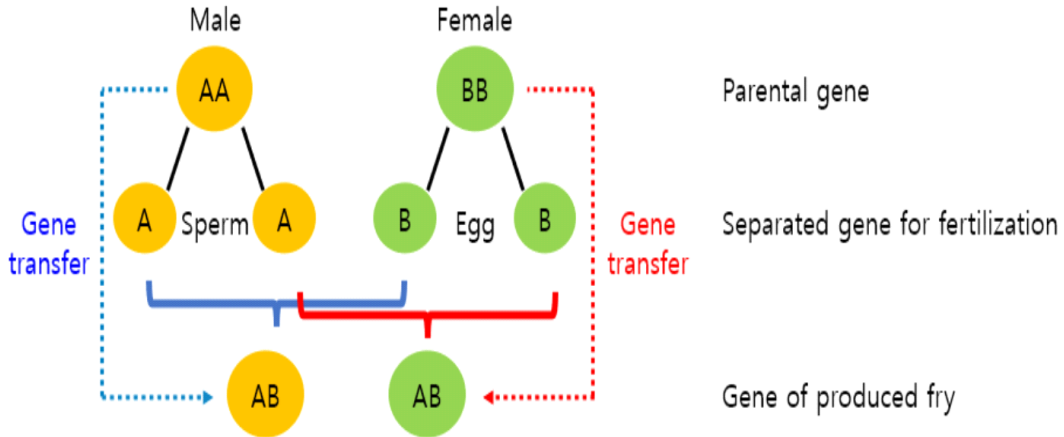
추출하였다. 이를 기반으로 어미 및 방류종자의 정보를 활용하여 혼획률을 산정하였고, 연도별 혼획률은 자료를 누적하여 계산하였다.

예를 들어, 2022년에 어획조사한 표본의 유전자를 비교하는 대상은 방류가 이루어진 각 연도(2020년, 2021년, 2022년)의 유전자 전체를 고려하였다.

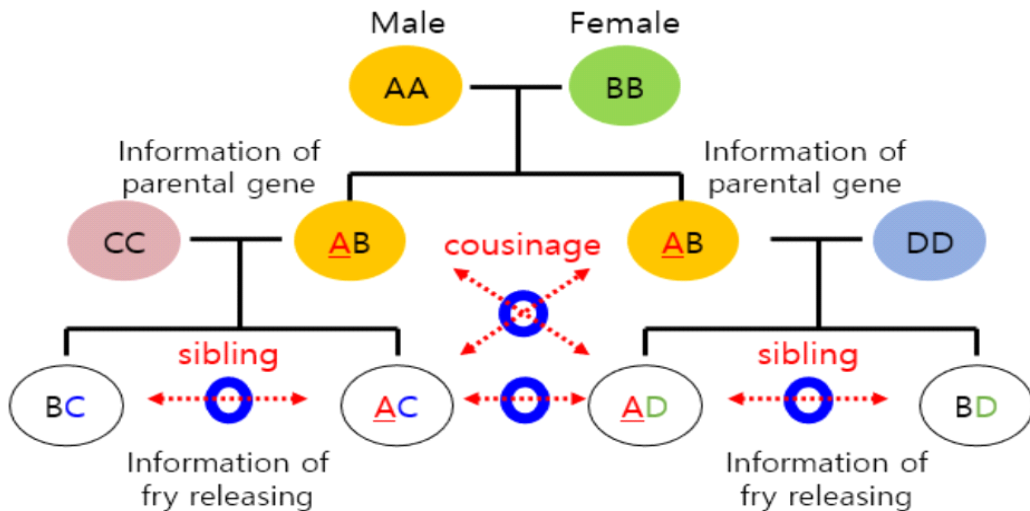
구체적으로 유전자 분석에 있어서 조직 채취는 근육이 포함된 지느러미 부위를 절단 한 후 99.9% 에탄올에 고정하여 개체별로 구분하였다. 이후 키트를 이용하여 DNA를 추출하고, 친자 확인 및 형매 관계 분석을 통해 혼획률을 산정하였다. 여기서, 친자 확인 분석은 [Fig. 4]에서 보는 바와 같이, 확보한 표본과 방류 종자 생산에 활용된 어미 간의 유전자를 비교하는 방법으로 누적대립유전자빈도와 확률을 이용하여 통계적으로 친자를 확인하는 방법이다(Jones and Adren, 2003). 그리고 형매 관계 분석은 [Fig. 5]에서와 같이, 어미에 대한 유전적 정보가 없는 경우 확보한 표본과 방류 종자들의 유전 정보를 1:1로 비교하는 방법이다.

경제적 효과 분석에 있어서는 편익/비용분석 기법을 활용하였다. 구체적으로 편익/비용분석 기법은 특정 사업에 대한 편익/비용비율(B/C Ratio)이 '1'이상으로 나타날 경우 경제적 효과 즉, 경제성이 있는 것으로 판단하는 분석 방법을 의미한다. 이때 편익은 방류 후 방류산 품종을 어획함에 따라 얻는 어획금액이라고 할 수 있으며, 비용은 방류사업의 사업비용을 의미한다.

방류품종의 어획금액을 산정하기 위해 우선 전체 방류마리수에 혼획률을 곱하여 총 어획 마리수를 산출하였다. 이후 어획 마리수에 표본의 평균 중량을 곱하여 총 어획량을 산출하고, 여기에 시장가격을 곱하여 최종적으로 방류품종의 어획금액을 산출하였다. 그리고 분석에 활용한 비용의 경우 종자방류사업에 소요된 비용 전체를 이용하였다.



[Fig. 4] Principle of parentage analysis.



[Fig. 5] Principle of sibling analysis.

본 연구에서는 2020년부터 2022년까지 최근 3개년 간 이루어진 말쥐치 종자방류사업을 대상으로 경제적 효과를 분석하고자 한다. 2020년을 제외하고 2021년 및 2022년의 혼획률은 이전 연도에 방류된 종자가 포함되어 있으므로 연도별 비용을 계산하는데 있어서 방류량 및 사업비는 연도별로 누적하여 활용하였다.

예를 들어, 2022년에 어획 조사한 표본에서는 2020년, 2021년 그리고 2022년에 방류된 종자가 포함되어 있으므로 2022년도 기준 경제적 효과를

산출하는데 있어서 방류량 및 사업비는 3개년 합계치로 산정하였다.

2. 분석 자료

말쥐치 종자방류사업의 경제적 효과를 분석하기 위해서는 편익 및 비용을 산출하기 위한 자료가 필요하다. 구체적으로 방류사업의 편익을 산출하기 위해서는 말쥐치 종자의 방류량, 평균 중량, 혼획률, 그리고 시장가격 자료 등이 필요하

다. 그리고 방류사업의 비용은 실제 말쥐치 방류 사업을 위해 소요된 사업비 자료가 필요하다.

우선 편익을 산출하기 위한 부산시 말쥐치 방류사업 자료를 <Table 1>과 같이 확보하였다. 최근 3개년 부산지역의 말쥐치 종자방류사업 현황을 살펴보면, 연도별 1회씩 이루어진 것을 알 수 있다. 구체적으로 부산 서구에 위치한 해역을 대상으로 6월 중에 방류가 이루어졌으며, 방류량은 연평균 약 9만 3천 마리로 조사되었다. 이에 따른 사업비는 연평균 약 3천 7백만 원 정도 소요되었다.

<Table 1> Black scraper fry releasing program in Busan

| Year | Date | Number | Cost (1,000 won) |
|------|--------|---------|---------------------|
| 2020 | 10 Jun | 85,107 | 30,000 |
| 2021 | 9 Jun | 101,870 | 40,000 |
| 2022 | 17 Jun | 92,959 | 40,000 |

Source : Busan Metropolitan City(2022)

다음으로 방류 종자의 전체 어획량 및 어획금액을 산출하기 위한 자료로 표본의 평균 중량 자료가 필요하다. 평균 중량 자료의 경우 확보한 표본 전체에 대한 중량을 측정하였으며, 연도별 표본수는 2020년 120마리, 2021년 150마리, 그리고 2022년 80마리였다.

혼획률 산정을 위해서는 어획조사 등을 통해 확보한 표본과 유전적 정보를 비교하기 위한 대상이 요구된다. 분석 비교 대상으로는 아래 <Table 2>와 같으며, 본 연구에서는 연도별 혼획률 산출에 있어서 비교 대상 자료를 누적하여 활용하였다.

마지막으로 방류사업의 편익, 즉 방류산 어획금액을 산출하기 위해서는 말쥐치에 대한 시장가격 자료가 필요하다.

<Table 2> Comparison target for genetic analysis

| Year | Comparison target |
|------|---|
| 2020 | (‘20) Information on 50 fry releases |
| 2021 | (‘20) Information on 50 fry releases + (‘21) Information on 50 fry releases + (‘21) Information of 23 fish(mother) |
| 2022 | (‘20) Information on 50 fry releases + (‘21) Information on 50 fry releases + (‘21) Information of 23 fish(parental gene) + (‘22) Information on 30 fry releases |

현장 조사 단계에서 12명의 어업인에 대해 설문을 통해 확인한 결과, 말쥐치의 판매경로는 모든 어업인이 위판과 소매매 2가지를 경로를 모두 활용하는 것으로 나타났다. 이에 따라 본 연구에서는 통계청의 말쥐치 어획현황 자료를 통해 시장가격을 산출하여 활용하였다. 구체적으로 <Table 3>에서 보는 바와 같이, 연도별 연근해어업의 계통 및 비계통 판매형태를 모두 포함한 부산지역 말쥐치 어획금액에 어획량을 나누어 시장가격으로 활용하였다.

<Table 3> Market price of black scraper in Busan

| Year | Catch (A) (ton) | Amount (B) (1,000 won) | Market price (B/A) |
|-------|--------------------|---------------------------|-----------------------|
| 2020 | 520 | 3,689,220 | 7,095 |
| 2021 | 325 | 3,130,328 | 9,632 |
| 2022* | 243 | 2,427,101 | 9,988 |

* 2022 : total from January to September

Source : Statistics Korea(2022)

Ⅲ. 연구 결과

외부형질 조사 및 유전자 분석 결과를 통해 파악한 연도별 혼획률 및 평균 중량과 체장 분석

결과는 아래 <Table 4>에서 정리된 바와 같다. 연도별로 살펴보면 먼저, 2020년에 확보한 총 표본은 120마리로 이중 유전자 분석을 통해 확인한 방류산은 22마리로 혼획률은 18.3%로 나타났다. 그리고 2021년의 혼획률은 35.3%, 2022년은 47.5%로 나타나 방류 이후 시간이 지남에 따라 방류산 말쥐치의 혼획률이 증가하는 것으로 분석되었다. 평균 중량의 경우 2020년에는 27.7g, 2021년에는 47.4g 그리고 2022년에는 201.7g으로 나타났으며, 표본들의 평균 중량 또한 증가하는 것으로 분석되었다.

혼획 조사 결과를 바탕으로 한 부산 서구 지역

말쥐치 종자방류사업의 경제적 효과를 분석한 결과는 아래 <Table 5>에서 나타낸 바와 같다. 우선 2020년의 경우 3개년 중 혼획률과 중량 및 시장가격이 가장 낮은 연도로 방류 85,107마리에 평균 중량(27.7g)과 혼획률(18.3%)을 고려하면 방류산 어획량은 약 0.4톤이라고 할 수 있다. 이에 시장가격 7,095천원/톤을 곱하면 방류산 말쥐치의 어획금액은 3,066천 원이다. 2020년 방류 사업비용은 30,000천 원으로 어획금액에 비해 훨씬 많은 것으로 나타났으며, 편익/비용비율은 0.1로 평가되었다.

<Table 4> Result of fishing investigation

| Year | Number of total sample (A) | Number of released sample (B) | (B/A) | Weight (g) | Length (cm) |
|------|----------------------------|-------------------------------|-------|-------------------------|-----------------------|
| 2020 | 120 | 22 | 18.3% | 27.7 (0.7 - 77.7) | 9.2 (3.8 - 14.8) |
| 2021 | 150 | 53 | 35.3% | 47.4 (2.2 - 217.5) | 12.1 (4.8 - 20.8) |
| 2022 | 80 | 38 | 47.5% | 201.7 (48.9 - 381.6) | 20.1 (12.7 - 25.1) |

Note : Weight, Length are average value, and parentheses mean minimum and maximum values.

<Table 5> Economic effectiveness black scraper fry releasing program in Busan

| Year | Benefit (1,000 won) | Cost (1,000 won) | B/C Ratio | Note |
|------|---------------------|------------------|-----------|--|
| 2020 | 3,066 | 30,000 | 0.1 | - |
| 2021 | 30,133 | 70,000 | 0.4 | Accumulated in 2020 and 2021. - Number of fry releasing : 186,977[(‘20) 85,107 + (‘21) 101,870] - Cost of Program(unit : 1,000 won) : 70,000[(‘20) 30,000 + (‘21) 40,000] |
| 2022 | 267,880 | 110,000 | 2.4 | Accumulated from 2020 to 2022 - Number of fry releasing : 279,936[(‘20) 85,107 + (‘21) 101,870 + (‘22) 92,959] - Cost of Program(unit : 1,000 won) : 110,000[(‘20) 30,000 + (‘21) 40,000 + (‘22) 40,000] |

다음으로 2021년의 경우 확보한 표본의 평균 중량 및 혼획률이 전년도에 비해 증가하였다. 특히 혼획률에는 2020년 및 2021년 방류산이 포함되어 있으므로 어획량 산출에 있어서 2020년과 2021년의 방류마리수 합계를 고려하였다. 이에 따른 2021년 기준 방류산 어획량은 약 3.1톤으로 전년 대비 증가한 것으로 나타났으며, 시장가격을 고려한 방류산 어획금액 또한 30,133천 원으로 증가하였다. 방류 사업비용은 혼획률 산정 단계를 고려하여 2020년, 2021년 사업비용 합계인 70,000천 원을 적용하였다. 분석 결과, 방류 사업 비용이 방류산 어획금액에 비해 많은 것으로 나타났다. 즉, 2021년 기준 편익/비용비율은 0.4로 나타나 2020년과 동일하게 경제적 효과가 없는 것으로 추정되었다.

마지막으로 2022년의 경우 혼획률에 2020년부터 2022년까지의 방류산이 모두 포함되어 있으므로 분석 과정에서 방류마리수와 사업비용의 3개년 합계를 활용하였다.

2022년 기준 방류산 어획량은 혼획률 및 중량의 증가에 따라 약 26.8톤, 시장가격을 고려한 어획금액은 267,880천 원으로 최근 3개년 중 가장 크게 나타났다. 반면 3개년 방류 사업비용 합계는 110,000천 원으로 방류산 어획금액에 비해 적은 것으로 분석되었다. 즉, 2022년 기준 말쥐치 종자방류사업의 편익/비용비율은 2.4로 나타나 말쥐치 종자방류사업이 경제성을 확보하는 것으로 평가되었다.

최근 3개년 간 말쥐치 종자방류사업의 연도별 경제적 효과를 분석한 결과, 마지막 연도인 2022년의 경우에만 경제성이 있는 것으로 나타났다. 이는 방류산 말쥐치의 성장 속도에 따른 결과인 것으로 분석된다. 세부적으로 살펴보면, 2022년에 확보한 말쥐치 표본의 평균 중량은 201.7g으로 2020년(27.7g) 대비 약 7.3배 그리고 2021년 대비 (47.4g) 대비 약 4.3배 증가하였다. 이를 통해 말쥐치 종자방류사업의 경제성은 최초 방류 후 약 3년이 경과한 시점에 경제성을 확보할 수 있는

것으로 추정된다.

IV. 결론

본 연구에서는 부산 서구 지역에서 이루어진 최근 3개년 간의 말쥐치 종자방류사업에 대한 경제적 효과를 분석해 보았다. 분석 방법으로는 방류 지역에서의 방류산 혼획 조사 및 유전자 분석을 실시하고, 이를 기반으로 방류산 어획금액을 산출한 다음 사업비용과 비교하여 편익/비용비율로 경제적 효과를 분석하였다. 특히 분석에 있어서는 최근 3개년 간 연도별 경제적 효과를 분석하였다.

분석 결과, 2020년 및 2021년에는 방류사업의 경제적 효과가 없는 것으로 나타났다. 하지만 2022년을 기준으로 종자방류사업의 편익/비용비율이 2.4로 나타나 경제성을 확보하는 것으로 분석되었다. 즉, 말쥐치 자원회복을 위한 방류사업의 경제적 효과를 확인할 수 있었다.

2020년을 기준으로 살펴보았을 때 말쥐치 종자방류사업은 3년차인 2022년에 이르러 경제적 효과가 발생하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 말쥐치의 성장량과 포획금지체장을 고려해 보았을 때 합리적인 결과로 평가된다. 말쥐치의 연령별 체장(체중)을 살펴보면, 일반적으로 1세의 경우 15.8cm(40g), 2세는 19.3cm(75g), 그리고 3세는 22.2cm(120g) 내외로 알려져 있다(NIFS, 2022). 하지만 현재 수산자원관리법에 따른 말쥐치 포획금지 체장은 18cm 이하로 설정되어 있으므로(MOLEG, 2022) 말쥐치 종자는 방류가 이루어지고 최소 2년 이상의 기간이 지난 후에 비로소 판매가 가능한 상업적인 크기로 성장한다고 할 수 있다. 그러므로 말쥐치 종자방류사업의 경제적 효과 또한 방류 시작 후 최소 2~3년 이후부터 실질적으로 발생한다고 할 수 있다.

앞의 <Table 4>에서 제시한 바와 같이, 수집한 말쥐치 표본의 크기는 연령별 포획금지체장에 비

해 작은 경우도 포함되어 있다. 따라서 향후 방류된 종자가 판매 가능한 크기까지 성장하는 것을 고려한다면 실질적인 경제적 효과는 더욱 클 것으로 예상된다. 특히 말쥐치의 수명은 8세인 것으로 알려져 있으므로(NIFS, 2022), 방류된 종자가 질병 혹은 기타 이유로 인한 자연사망 등의 경우를 제외한다면 경제적 효과는 매년 지속적으로 증가할 것으로 예상된다.

본 연구에 있어서는 분석에 활용한 표본의 수가 부족했다는 한계점이 있다. 먼저, 조사 범위의 한계에 따라 말쥐치 표본 어획 조사를 종자 방류가 이루어진 지역에서만 실시했기 때문에 다른 지역으로 회유한 경우에 대한 표본을 확보하지 못하였으며, 이를 혼획률 산정에 있어서도 고려하지 못하였다.

과거 방류어의 회유경로를 파악하고 회수율을 산정하기 위한 방법으로 표지방류(Hwang et al., 2005; Seo et al., 2010)를 활용한 경우가 있다. 하지만 채포보고의 누락, 표지탈락 등에 따라 효과에 대해 과소평가가 이루어질 가능성이 있어 시장조사법을 활용한 경우도 있다(Seo et al., 2010). 이와 같이, 방류사업의 효과를 파악하기 위한 방법은 각각 장·단점이 있으므로, 향후 보다 정확한 방류사업의 효과를 조사하기 위해서는 표지방류, 어획조사 등 다양한 방법을 함께 활용할 필요가 있을 것이다.

그리고 2022년의 혼획 표본수는 총 80마리로 2020년과 2021년의 표본수에 비해 상대적으로 부족하였다. 특히 2022년의 경우 혼획률을 산정하는 단계에서 유전자 분석 비교 대상은 2022년 방류 종자와 함께 2020년 그리고 2021년의 방류 종자 정보까지 포함되어 있기 때문에 연도별 누적 방류량과 방류산의 성장을 고려했을 때 표본수를 이전 연도 수준으로 늘릴 필요가 있을 것이다.

따라서 향후 일정 기간 동안의 종자방류사업에 대한 효과를 분석하기 위해서는 연도별 표본수를 동일하게 유지하거나 혹은 이전 연도의 방류산이 누적되므로 표본수를 확대해 나갈 필요가 있을

것이다. 그리고 방류산 종자의 회유 범위 및 경로 등에 대한 연구가 병행된다면 보다 정확한 방류산 품종의 혼획률 산정과 이를 기반으로 한 경제성 분석이 가능할 수 있을 것이다.

References

- Busan Metropolitan City(2022). Fry releasing program (Abalone, Blackhead seabream, Black scraper) in Busan over the past 4 years.
- Choi JH, Jeon BS, Kim JW, Lee JH, Im YJ and Lee HW(2020). Maturation and Spawning of the Filefish *Thamnaconus modestus* in Coastal Waters of Korea. Korean J Fish Aquat Sci, 53(1): 27~35. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2020.0027>
- Choi MJ, Kim DH, Lee HW, Seo YI and Lee SI (2020). Assessing Stock Biomass and Analyzing Management Effects Regarding the Black Scraper (*Thamnaconus modestus*) Using Bayesian State-space Model. Ocean and Polar Research, 42(1): 63~76. <http://dx.doi.org/10.4217/OPR.2020.42.1.063>
- Hwang JW, Lee KH, Jeong DS and Kim KS. (2005). A Economic Effects of Fish Seed Release. J Fish Bus Adm, 36(1): 121~138
- Jones AG and Ardren WR. (2003). Methods of parentage analysis in natural populations. Molecular ecology, 12(10): 2511~2523.
- Kim KS, Hwang JW and Park HC(2006). An Analysis on the Economic Effectiveness of Abalone, *hliotis discus hanai* Releasing Project in the coastal area near Ulsan city. Jour. Fish Mar. Sci. Edu., 18(3): 261~271.
- Korea Fisheries Resources Agency (FIRA)(2022). <https://seed.fira.or.kr/>. Accessed 30 Dec 2022.
- Korea Fisheries Resources Agency (FIRA)(2022). <https://www.fira.or.kr/>. Accessed 15 Dec 2022.
- Lee SJ, Go YB and Choi YC(2000). Egg Development and Morphological changes of Larvae of the File Fish, *Thamnaconus modestus*. Korean J. Ichthyol, 12(3): 208~214.
- Ministry of Government Legislation (MOLEG)(2022). Enforcement Decree of the Fisheries Resource Management Act. <https://www.law.go.kr/>. Accessed 5 Dec 2022.

- Ministry of Oceans and Fisheries (MOF) (2022). Guidelines for fry releasing in fishery.
- Nam JO, Cho HS and Lim SM(2019). Economic Analysis of Fisheries Seed Release Program in Chungnam Province: Focusing on the Swimming Crab. *Ocean Policy Research*, 34(1): 177~198. <http://dx.doi.org/10.35372/KMIOPR.2019.34.1.007>
- Nam KM, Yoo JT, Kim JW, Park JH and Baek GW(2018). Maturation and spawning of female black scraper, *Thamnaconus modestus* in the coastal waters off Middle East Sea, Korea. *J Korean Soc Fish Ocean Technol*, 54(1): 89~95. <https://doi.org/10.3796/KSFOT.2018.54.1.089>
- National Institute of fisheries Science (NIFS)(2022). Information of species. <https://www.nifs.go.kr/frcenter>. Accessed 5 Dec 2022.
- National Institute of fisheries Science (NIFS)(2022). Ecology and life history. <https://www.nifs.go.kr/>. Accessed 5 Dec 2022.
- Seo JN, Paek JY and Kim DH(2010). Economic Effectiveness of the Olive Flounder (*Paralichthys olivaceus*) Fry Releasing Program in Korea. *Ocean and Polar Research*, 32(4): 483~488. <http://doi.org/10.4217/OPR.2010.32.4.483>
- Statistics Korea(2021). Fishery production survey. <https://kosis.kr>. Accessed 15 Dec 2022.
-
- Received : 27 January, 2023
 - Revised : 21 February, 2023
 - Accepted : 02 March, 2023