

성향점수매칭을 통한 제주지역 자율관리어업의 효과 분석

이서윤 · 김도훈[†]

한국해양수산개발원(연구원) · [†]부경대학교(교수)

Analysis on the Effectiveness of Self-Governing Coastal Fisheries Using Propensity Score Matching in Jeju Region

Seo-Yoon LEE · Do-Hoon KIM[†]

Korea Maritime Institute(researcher) · [†]Pukyong National University(professor)

Abstract

Recently, coastal fishing production has been decreasing. To make it worse, the budget for self-governing coastal fisheries, one of Korea's fisheries resource management policies, has been reduced due to a lack of performance evaluation. In order to fight these issues, we analyzed the effects of self-governing coastal fisheries by matching variables with similar tendencies between participating and non-participating groups in self-governing coastal fisheries. We used the propensity score matching method. We collected the fishing communities survey data from the National Federation of Fisheries Cooperatives database focusing on the Jeju region. The empirical results revealed that the annual profit of participating group is higher than that of the non-participating group by about KRW8,060,000. This clearly indicates the positive effects of self-governing coastal fisheries.

Key words : Self-governing coastal fisheries, Propensity score matching, ATT

I. 서론

최근 연근해어업 생산량은 지속적으로 감소하고 있다. 통계청 어업생산동향에 따르면, 2022년 연근해어업 생산량은 88.7만 톤으로 2001년(125.2만 톤)에 비해 29.2% 감소하였으며, 최대치를 기록했던 1986년(172.6만 톤)에 비하면 절반(51.4%) 수준에 그치는 상황이다. 현재 연근해 어업생산량이 사상 최저 수준을 기록하고 있는 가운데 수산자원 관리정책의 필요성이 더욱 강조되고 있다. 우리나라 수산자원 관리정책으로는 허가정수의 제한 등과 같은 어획노력량 관리, 금어기와 금지체장 등과 같은 기술적 관리, 총허용어획량

제도(TAC)를 통한 어획량 관리, 수산자원조성 정책 등이 있다. 이와 더불어 자원관리정책의 실효성을 배가시키기 위해 어업인 스스로 수산자원을 관리하는 자율관리어업 육성 지원사업을 추진해 오고 있다.

자율관리어업이란 지속 가능한 어업생산 기반의 구축과 어가 소득증대를 위하여 어업인이 자율적으로 공동체를 결성하고 지역 특성에 맞는 규약을 정하여 자원조성과 더불어 수산자원을 보전·관리·이용하는 어업을 말한다(MIFAFF, 2012). 즉 어업인 스스로 주인의식을 가지고 어업관리를 통해 소득향상과 어촌사회 발전을 목표로 추진하고 있는 정부 지원사업이다.

[†] Corresponding author : 051-629-5954, delaware310@pknu.ac.kr/orcid.org/0000-0002-6860-3508

수산자원의 관리에 있어서 강제적 제약이나 타율적 관리보다 자율적 관리라는 점에서 정부 중심의 관리에서 사용자 중심의 관리로 패러다임 변화를 가져왔다는데 의의가 있다. 자율관리어업의 활성화 및 내실화를 위한 지원사업은 해양수산부, 수협, (사)한국자율관리어업연합회, 지자체 등에서 추진되고 있다. 지원사업으로는 광역 단위 워크숍, 전국대회, 국외연수, 전수현장교육이 추진되며, 민간컨설팅트 운영, 분쟁조정 사업 등 공동체의 운영적 지원도 함께 진행되고 있다 (MOF, 2012).

사업이 도입되었던 2001년 당시 63개소에 불과하였던 자율관리어업 공동체 수는 지속적으로 늘어나 2016년에는 1,160개소까지 확대되었다. 그러나 정부 보조의 객관적 근거와 성과 평가가 부족하다는 정책적 판단에 2016년 자율관리어업 예산은 전년대비 약 50%가 감축되었고(Lee, 2018), 이는 육성사업비 추가 지원 축소와 참여 공동체의 활동 의지 저하로 사업효과를 감소시키는 원인이 되었다. 자율관리어업 정보화시스템에 따르면, 2021년 기준 자율관리어업 참여 공동체는 2016년 대비 32개소 감소한 1,128개소이다.

지금까지 자율관리어업의 효과에 관한 연구로, MOF(2015)는 참여 공동체의 지속적인 증대와 자원량 증가 등을 자율관리어업의 긍정적인 효과로 보았다. 자율관리공동체를 중심으로 어업인 스스로 수산자원을 관리하고 불법어업에 능동적으로 대처하는 사례가 늘어나면서 어업인의 의식개혁으로 어촌사회가 변화하고 있다고 보았다. Kim(2004)은 자율관리어업 시범사업 효과를 평가하고자 자율관리어업 시범사업에 참여하는 79개의 공동체를 대상으로 설문조사를 실시하고, 회귀분석을 통해 시범사업 효과에 미치는 요인을 분석하였다. 분석 결과, 자율관리어업 시범사업 실시 공동체와 미실시 공동체 사이에는 어장관리, 자원관리 등 관리 활동에 차이가 나며, 이는 곧 자율관리어업 시범사업의 긍정적인 효과에도 차이가 있음을 시사하였다.

Nho(2009)는 자율관리어업에 참여하는 공동체와 미참여 공동체를 대상으로 DEA기법을 이용한 효율성 분석을 실시하였다. 어선어업 유형으로 한정하여 참여 공동체와 미참여 공동체 각각 10개소를 대상으로 조사 분석을 실시하였다. 연구 결과에 따르면 자율관리어업에 참여한 공동체가 미참여 공동체보다 효율성이 높으며, 자율관리어업체도가 공동체의 생산성 및 어업 소득향상에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 판단하였다.

Lee(2018)는 성향점수매칭(PSM, Propensity Score Matching) 방법을 통해 자율관리어업 참여여부에 따른 성과를 측정하였다. 분석 대상은 부산·경남 지역의 자율관리어업 참여와 미참여 공동체를 대상으로 실시하였다. 추정된 성향점수를 바탕으로 매칭효과를 분석한 결과 자율관리공동체 참여에 따른 소득 증가는 유의적인 것으로 추정되었다.

여기서, 성향점수매칭(이하 PSM)은 정책효과 분석에서 발생할 수 있는 교란요인을 통제함으로써 시행 효과에 따른 정확한 추정치를 얻기 위한 비모수적인 방법으로, 정책 참여 집단과 비참여 집단을 유사하게 구성하여 두 집단을 비교할 때 효과 측정의 편의를 줄일 수 있다는 점에 근거하고 있다(Kim, 2010). 즉, 정책 참여 집단뿐만 아니라 참여 집단과 비슷한 성격을 가지는 비참여 집단의 자료를 이용하여 두 집단을 비교함으로써 선택편의(Selection bias)의 문제를 해결할 수 있는 것이다.

이미 다양한 분야에서 성향점수매칭 방법을 이용한 분석이 활발히 이루어지고 있다. Oh et al.(2009)는 신용보증을 받은 기업과 무보증 기업 간의 성과 차이를 성향점수매칭을 통해 비교함으로써 신용보증이 기업의 규모를 유지하고 생존율을 높이는 데는 영향을 미치지 않지만, R&D와 투자를 늘려 생산성을 높이는 데는 영향을 미치지 않았다는 결과를 도출하였다.

Pyo et al.(2013)에서는 코스닥시장 상장기업과 이들과 유사한 기업적 특성을 갖는 비상장 기업을 성향점수매칭과 평균처리효과를 통해 비교하

여 장기적으로 경영실적이 어떻게 변화하는지 살펴 보았다. 연구 결과를 보면, 상장 이후 장기적으로 상장기업의 경영실적이 비상장기업과 비교하여 저조한 모습을 보였으며, 자산대비 부채비율의 평균처리 효과는 조사시점 이후 2년까지만 통계적으로 유의미한 값을 갖는 것으로 나타나 상장 이전 높은 수익성을 기록한 기업들이 단기적으로만 유효하다는 점을 보여주었다.

Lee et al.(2020)는 성향점수매칭과 이중차분법 분석을 통해 ICT 분야에서 기업 R&D에 대한 정부 지원의 국가연구개발사업 효과를 분석하였고, 정부의 ICT분야 국가연구개발사업에 참여한 기업들은 참여하지 않은 기업들에 비해 종업원수, 자산, 부채, 매출액, 연구개발 투자액이 연구과제를 시작한 지 3~6년 이후부터 증가한다는 것을 확인하였다(Shin et al., 2022). 또한 성향점수매칭과 이중차분법을 활용하여 정부의 환경기술개발 사업 지원이 해당 과제 수행기업에 미치는 경영성과 효과에 대해 정량적으로 분석을 하였고, 그 결과 환경기술개발사업 지원 기업들은 그렇지 않은 기업들에 비해 종업원 수와 연구개발비 증가율, 매출액 증가율, 총자산증가율, 총자산순이익율이 증가하는 것을 확인하였다.

Amankwah et al.(2008)은 개선된 사료 기술이 케냐의 어업소득과 빈곤에 미치는 영향을 조사하기 위해 조사된 어업가구 자료에 성향점수매칭을 적용하였으며, 개선된 사료 기술이 양식 소득을 증가시키고 양어 가구의 빈곤을 감소시킨다는 것을 확인하였다. 또한 Roberto(2019)는 브라질 저수지 인근 지역을 대상으로 양식업이 지역 개발 지표 개선에 미치는 영향을 평가하고자 틸라피아를 생산하는 지역과 생산하지 않는 지역의 1인당 소득과 HDI(Human Development Index)를 성향점수매칭을 이용하여 비교하였다. 분석 결과, 틸라피아 생산이 1인당 소득에 통계적으로 유의미한 영향은 미치지 않으나, HDI에 미치는 영향은 0.9%p로 건강과 교육이 개선된 것을 확인함으로써 양식업이 브라질의 빈곤 지역 개발에 중요할

수 있음을 시사하였다.

본 연구에서는 성향점수매칭 방법을 이용하여 참여 공동체와 비슷한 조건의 비참여 공동체를 비교군으로 하여 표본선택편의로 인해 발생하는 내생성 문제를 최소화함으로써 자율관리어업 참여에 따른 경제적 효과를 분석해 보고자 한다. 이를 위해 자율관리어업 참여율이 높은 제주지역을 선정하였고, 자율관리어업 참여 공동체와 미참여 공동체 간의 연 평균 소득 차이를 비교해 보았다.

II. 연구 방법

1. 분석 방법

가. 성향점수 추정

자율관리어업에 참여하여 정부 지원을 받는 공동체의 성과를 Y_1 그리고 참여하지 않은 공동체의 성과를 Y_0 이라 하면, 자율관리어업 사업의 효과는 식(1)과 같다.

$$\Delta = (Y_1 - Y_0) \dots\dots\dots (1)$$

정부 지원사업의 효과를 분석하려면 해당 사업에 참여한 개체가 참여함으로써 얻는 성과와 동일한 개체가 참여하지 않았을 때라는 가상 상황에서의 성과를 비교해야 한다. 이를 평균처리효과(ATT: Average treatment effects on the treated)라고 하며, 이는 식(2)와 같이 정의한다.

$$\tau = E(Y_1 - Y_0|D=1) \dots\dots\dots (2) \\ = E(Y_1|D=1) - E(Y_0|D=1)$$

여기서, D는 정부 지원사업의 참가 여부를 나타내는 더미변수이다. 여기에서 본 사업을 참여하지 않은 공동체가 참여하였을 때라는 가상 상황의 성과인 $E(Y_0|D=1)$ 는 관찰이 불가능하다. 그러나 이러한 문제의 해결을 위해 관찰 가능한 정부 지원을 받지 않는 공동체의 성과인

$E(Y_0|D=0)$ 와 단순하게 비교한다면 정부지원사업의 성과가 과대 추정되는 선택편의가 발생할 수 있다. 이는 정부지원사업을 받는 공동체의 경우 그렇지 않은 공동체에 비해 상대적으로 우수한 경영성과를 가지고 있을 가능성이 높기 때문이다. 이에 이를 통제하고 일관성을 확보하여 분석하는 것이 무엇보다 중요하다(Lee and Ki, 2020). 이러한 선택편의를 제거하는 방법으로 PSM이 널리 활용되고 있다.

PSM은 Rosenbaum and Rubin(1983)이 처음 제시한 방법론으로 이질성을 가지는 각각의 변수들을 단일 차원으로 축소하여 점수화하고, 이를 이용하여 유사한 성향을 가진 변수와 매칭하여 결과를 추출하는 방법이다. 즉, 성향점수는 매칭의 기준이 되는 점수가 주어진 변수를 바탕으로 처치집단에 속할 조건부 확률로 정의되며, 이 성향점수의 추정은 자율관리어업 참여 여부를 나타내는 더미변수를 이용하여 로짓 혹은 프로빗으로 추정할 수 있다. 사업 참여 여부에 영향을 줄 것으로 판단되는 변수(X_i)가 주어졌을 때 사업 참여에 대한 조건부 확률값은 식(3)과 같이 정의된다.

$$P(X) = \Pr(D=1|X_i) \dots\dots\dots (3)$$

본 방법론은 다음 두 가지 가정을 만족할 때 성립하며 적용이 가능하다. 첫 번째는 ‘관찰할 수 있는 공동체의 특성들(X_i)을 통제하면 사업의 참여여부는 공동체의 잠재적 성과와 동일하다’라는 조건부 독립성의 가정과 두 번째, ‘사업참여 공동체와 미참여 공동체의 사업참여 확률은 공통의 영역 내에 있다’라는 공통영역의 가정이다.(Rosenbaum and Rubin, 1983)

가정 1: 조건부 독립성의 가정
(Conditional Independence Assumption, CIA)

$$(Y_1, Y_0) \perp D | X_i \dots\dots\dots (4)$$

가정 2: 공통영역의 가정

(common support assumption)

$$0 < \Pr(D=1|X) < 1 \dots\dots\dots (5)$$

성향점수를 추정한 후에는 통제집단을 구성하기 위한 매칭 방법을 결정해야 한다.

나. 매칭방법 선택

성향점수에 기초해서 참여 공동체와 비참여 공동체를 매칭하는 것은 다양한 방법이 사용될 수 있다. 일반적으로는 최근접이웃매칭(Nearest neighbor matching), 반경매칭(Radius matching), 그리고 커널매칭(Kernel matching) 등이 있다.

최근접이웃매칭 방법은 가장 널리 사용되는 것으로, 참여 공동체와 미참여 공동체 간 가장 비슷한 성향점수를 가진 비교집단들이 매칭되는 방법이다. 이는 식(6)과 같이 정의된다.

$$C(i) = \{ \min_j \|p_i - p_j\| \} \dots\dots\dots (6)$$

$C(i)$ 는 성향점수의 추정값이 p_i 인 참여 공동체 집단 i 와 일치하는 미참여 공동체 집합을 나타낸다.

반경매칭은 최대성향 점수 거리를 부여하여 해당 범위 내에 참여 집단과 미참여 집단이 짝을 이루는 방법이다. 특정 범위의 한계를 부여하면 매칭된 참여 공동체와 미참여 공동체 간의 성향점수 차이를 줄여 매칭의 신뢰도가 높아진다. 반경매칭은 식(7)과 같다.

$$C(i) = \{ p_j | \|p_i - p_j\| < r \} \dots\dots\dots (7)$$

T 는 참여 공동체, C 는 미참여 공동체, Y_i^T 와 Y_j^C 는 각각 참여 공동체와 미참여 공동체의 관찰된 결과라고 할 경우, 최근접이웃매칭과 반경매칭은 관찰치 $i \in T$ 와 함께 일치되어 매칭된 통제 집단의 수를 N_i^C 라 나타낸다. 또한 가중치가

$j \in C(i)$ 인 경우 $w_{ij} = \frac{1}{N_i^C}$ 라 정의하고 그렇지 않

으면 $w_{ij}=0$ 이라 한다. 이러한 추정량에 대한 공식은 다음의 식(8)과 같다.

$$\begin{aligned} \tau^M &= \frac{1}{N^T} \sum_{i \in T} (Y_i^T - \sum_{j \in C(i)} w_{ij} Y_j^C) \dots\dots\dots (8) \\ &= \frac{1}{N^T} (\sum_{i \in T} Y_i^T - \sum_{i \in T} \sum_{j \in C(i)} w_{ij} Y_j^C) \\ &= \frac{1}{N^T} \sum_{i \in T} Y_i^T - \frac{1}{N^T} \sum_{j \in C} w_j Y_j^C \end{aligned}$$

여기서 M은 최근접이웃매칭 또는 반경매칭을 나타내며, N^T 는 처리된 그룹의 단위 수를 의미한다.

커널매칭은 참여집단의 결과를 구하기 위해 미참여 집단에게 가중치를 부여하여 매칭하는 방법이다. 커널매칭을 통한 추정치는 식(9)와 같다.

$$\tau^K = \frac{1}{N^T} \sum_{i \in T} \left\{ Y_i^T - \frac{\sum_{j \in C} Y_j^C G(\frac{p_j - p_i}{h_n})}{\sum_{k \in C} G(\frac{p_k - p_i}{h_n})} \right\} \dots\dots (9)$$

여기서, $G(\cdot)$ 는 커널 함수이고, h_n 은 대역폭(bandwidth) 매개변수이다. p_i 는 참여집단 T의 성향점수, p_j 와 p_k 는 대역폭에 있는 미참여 집단의 j 번째와 k 번째의 성향점수이다. 대역폭과 커널의 표준조건에서, 식(10)은 가상적 결과인 Y_{0i} 의 일치추정량(consistent estimator)이다(Becker and Ichino, 2002).

$$\frac{\sum_{j \in C} Y_j^C G(\frac{p_j - p_i}{h_n})}{\sum_{k \in C} G(\frac{p_k - p_i}{h_n})} \dots\dots\dots (10)$$

본 연구에서는 최근접이웃매칭을 기반으로 평균처치효과(ATT)를 추정하였고, 이후 반경매칭과 커널매칭의 결과값과 비교하며 자율관리어업의 참여로 얻는 성과를 도출하였다.

2. 분석 자료

가. 연구대상

본 연구에서는 자율관리어업의 참여가 연간 소득에 미치는 영향을 분석하기 위해 수협중앙회를 통해 조사된 2020년도 어촌계 분류평정 자료를 이용하였다. 어촌계 분류평정은 어촌계의 인구수, 수산물 생산실적, 어업권 현황 등을 파악하기 위해 전국 어촌계를 대상으로 매년 수협에서 설문 조사를 실시하여 정리되고 있다. 다만, 본 자료는 지역별 어촌계별 현황은 확인되나 자율관리어업 참여 여부는 제시하고 있지 않아 수협중앙회의 자율관리어업 참여도 조사 자료를 이용하여 참여와 미참여 공동체를 구분하여 분석하였다. 해당 자료에는 자율관리어업 참여도를 3점 척도(1: 참여도 높음, 2: 참여도 낮음, 3:미참여)로 구분하였으나, 본 연구에서는 참여도의 높고 낮은 정도 구분 없이 참여 공동체로 묶어 기초자료를 정리하였다.

2020년 어촌계 분류평정에 따르면, 전국 총 어촌계는 2,045곳으로 자율관리어업 참여 어촌계는 1,037곳(50.7%)이며, 미참여는 949곳(46.4%), 무응답 어촌계가 59곳(2.9%)이었다. 자율관리어업 참여 어촌계를 지역별로 보면, 전남이 367곳(35.4%)으로 가장 많으며, 다음으로 경남(21.6%), 충청(9.6%), 제주(7.6%), 경인(6.6%) 순이었다.

본 연구에서는 제주지역을 분석대상으로 하였다. 그 이유는 우선 제주의 지리적 조건에 따른 수산업의 위상이며, 두 번째는 자율관리어업의 참여도가 높아 어느 정도 본 사업의 효율성이 입증된 지역이라 판단하였기 때문이다.

제주는 4면이 바다로 난류성 어족의 회유지이자 월동지역으로 어족자원이 풍부하고, 지하 해수의 공급으로 육상 양식에 적합한 지리적인 조건을 갖추고 있다. 통계청 어업생산동향에 따르면, 2022년 제주의 어업생산량은 81천 톤으로 국내 어업생산량(3,204천 톤)의 2.5% 수준이지만, 어업생산금액은 전체(81,153억 원)의 11.1%인 9,029억 원을 차지하는 등 경제적 가치의 비중이 높은 지역이다.

업종별로 보면, 일반해면어업이 55천 톤(67.3%)으로 가장 많은 생산 비중을 차지하고 있으며, 다음으로 해면양식업이 26천 톤(32.7%), 그리고 내수면어업은 36천으로 미미한 수준이다. 일반해면어업의 주 생산어종은 갈치로 2022년 생산량은 25.7천 톤이었으며, 이는 국내 갈치 생산량(54천 톤)의 47.7%를 차지한다. 생산금액은 3,269억 원으로 국내 갈치 생산금액(4,498억 원)의 72.7% 수준이다. 이 외에도 참조기와 고등어(각 4.9천 톤)가 있다. 해면양식업의 주 생산어종은 넙치로, 2022년 국내 넙치 생산량(45.9천 톤)의 절반 수준인 22.6천 톤을 생산하는 등 수산업의 위상을 굳건히 성장시켜 오고 있다.

한편 주변국과의 어업협정 등으로 연근해 어장이 축소되는 어려움이 지속되고 있는 가운데, 수산업의 유지 존속을 위해 자율관리 공동체 교육, 소비촉진 제도, 연안바다 목장화, 제주수산물 소비촉진 등 다양한 정부 지원사업이 추진되고 있다(AKS, 2023).

제주지역의 자율관리어업 참여 공동체는 2001년 2곳을 시작으로 2020년 79곳의 어촌계가 참여하고 있다. 이는 전체 어촌계 102곳 중 77.5%를 차지하는 높은 참여율을 보여주고 있다.

본 연구에서는 제주지역 어촌계 총 102곳 중 결측치를 제외한 90곳(참여 70곳, 미참여 20곳)의 공동체를 대상으로 분석하였다. 자율관리 어업에 참여하는 유형으로는 복합어업이 54곳(77.1%)으로 가장 많았으며, 다음으로 양식어업 15곳(21.4%), 어선어업 1곳(1.4%)이었다. 입지 유형은 도시근교 5곳(7.1%), 취약지구 10곳(14.3%), 연안촌락 55곳(78.6%)으로 대다수의 어촌계 공동체가 연안촌락에 입지되어 있음을 알 수 있었다. 분석대상 어촌계의 연평균 수산물 생산량은 평균 9,397톤이며, 주 생산품은 소라, 성게, 전복, 해삼 등이다.

나. 변수 및 기초통계량

자율관리어업 참여여부가 연 평균 소득에 미치

는 영향을 확인하기 위해 다음과 같은 과정을 거쳤다. 먼저 빈도분석과 기초통계분석을 실시하여 각 변수 간의 특성을 살펴보았으며, 자율관리어업 참여 공동체와 미참여 공동체 간의 특성 차이를 t-test를 통해 파악하였다.

성향점수는 공변수가 주어졌을 때 처리군의 관측치가 처치를 받게 될 조건부 확률이다. 본 연구에서는 성향점수 추정을 위해 로짓 회귀분석을 실시하였으며, 성향점수에 기초하여 유사한 성향을 가진 공동체들을 매칭하여 참여효과를 추정하였다. 매칭 후에도 두 집단 간 t-test를 통해 평균 차이에 대한 통계적 유의성을 확인하였으며, 매칭 후 자율관리어업 참여의 평균처리효과(ATT)를 산출하였다. 매칭방법으로는 최근접이웃매칭을 기본으로 적용하였으며, 이후 반경매칭과 커널매칭의 ATT값과 비교하였다.

본격적인 처치효과 분석에 앞서 빈도분석과 기초통계 분석을 통해 자율관리어업 참여 공동체와 그렇지 않은 공동체 간의 통계적 유의성을 확인하였다. 결과는 <Table 1>과 같다.

분석 결과, 자율관리어업 참여 공동체는 미참여 공동체에 비해 어업인구와 전업비율, 공동시설을 제외하고 평균소득 및 생산량, 생산금액 등 나머지 지표에서 우수성을 보여주고 있다. 자율관리어업 참여 공동체의 경우 미참여 공동체에 비해 연간 생산량이 높았으며, 두 집단 간에 유의미한 차이가 있다고 볼 수 있다($t=-2.342, p \leq 0.05$). 또한 면허면적 역시 공동체 간에 유의미한 차이를 보였다. 즉, 참여 공동체의 평균 면허면적은 173.65ha, 미참여 공동체는 89.15ha로 나타났다($t=-2.98, p \leq 0.05$).

반면, 연평균 소득은 참여 공동체가 미참여 공동체보다 177.3만 원 높으나, 참여 공동체의 연간 생산금액은 미참여 공동체보다 1억 5,707만 원 많은 것으로 나타나 극단값으로 인한 선택편의 문제가 존재하는 것을 알 수 있다.

<Table 1> Descriptive statistics of variables

Variable	Non-participating (n=20)		Participating (n=70)		t-value
	Average	Standard Deviation	Average	Standard Deviation	
Average household income(thousand won)	14,575	10,909.14	16,348.66	11,415.17	-0.62
Fishery household(house)	63.05	62.02	87.57	104.79	-0.99
Fishing population(people)	132.65	299.99	109.43	125.11	0.51
Full-time employment rate(%)	.47	.44	.33	.38	1.38
Fishing vessel(unit)	6.2	6.77	13.33	25.12	-1.25
Public facilities(unit)	5.65	3.54	5.69	4.90	-0.03
Production(ton)	10	12.85	30.96	39.27	-2.34**
Production amount of money(thousand won)	78,710.85	85,367.12	235,781.8	428,108.7	-1.63
The number of licences(unit)	1.6	1.05	2.34	2.23	-1.44
Licensed area(ha)	89.15	65.93	173.65	121.45	-2.98**

*** p≤0.001, ** p≤0.05, * p≤0.1

Ⅲ. 연구 결과

1. 성향분석매칭을 통한 logit 분석 결과

본 연구의 종속변수는 연 평균소득, 처리변수는 자율관리어업에 참여하고 있는 공동체는 1, 미참여 공동체는 0으로 지정하였다.

성향점수 매칭 시 성향점수에 포함할 변수를

선택하는 핵심은 선택편향으로 인한 혼란을 줄이는 것이다(Garrido, 2014). 너무 많은 공변수를 선택함에 있어 발생 가능한 선택편의를 줄이기 위해서 본 연구에서는 어가수, 어업인구, 공동시설, 생산량, 면허건수, 면허면적 등 총 6개의 변수를 통제변수로 사용하였다.

<Table 2> Logit model for Propensity score estimation

Variable	Coef	SE	z	p> z
Fishery household(house)	.0020937	.0056699	0.37	0.712
Fishing population(people)	-.0032956	.0029626	-1.11	0.266
Public facilities(unit)	-.2365059	.1187884	-1.99	0.046**
Production(ton)	.0509742	.0276244	1.85	0.065*
The number of licenses(unit)	.5144157	.3041049	1.63	0.091*
Licensed area(ha)	.006581	.0049457	1.33	0.183
_cons	.1514236	.6613158	0.23	0.819
N	90			
LR chi2(6)	22.14			
Prob>chi2	0.0011			
Log Likelihood	-36.605211			

*** p≤0.001, ** p≤0.05, * p≤0.1

로짓 분석을 통해 각 항목별 성향점수를 파악하고, 이를 토대로 표본을 재구성하였다. 자율관리어업 참여 공동체의 경우 49개, 미참여 공동체 6개가 공통지지 영역 밖에 범주해 총 55개의 표본들이 분석에서 제외되었다. 매칭은 21개의 참여 공동체와 14개의 미참여 공동체가 매칭되었다. 본 연구에서는 여러 가지 매칭 방법 중 최근접 이웃매칭을 사용하였으며, 성향점수 추정에 활용된 보정 변수는 아래 <Table 3>과 같다.

<Table 3> Common support condition

Mean	Common support		Original sample
	Off support	On support	
Control groups (Non-participating)	6	14	20
Treatment groups (Participating)	49	21	70
Total	55	35	90

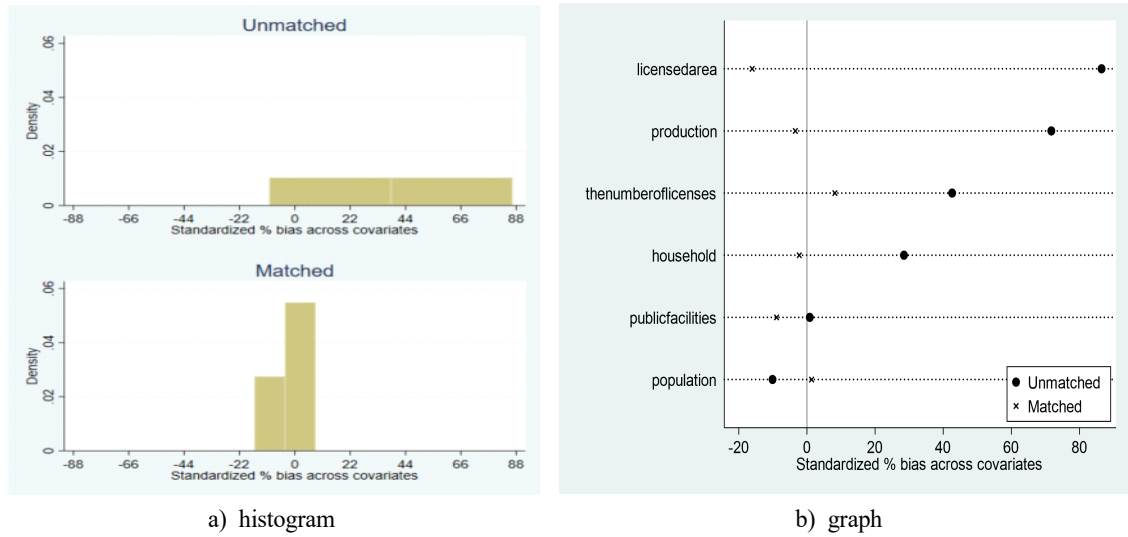
성향점수를 토대로 구성된 자율관리어업 참여 공동체와 미참여 공동체 두 그룹 간의 유의성을 확인하기 위해 t-test를 실시하였다. <Table 4>에서 제시된 바와 같이, 매칭 전 표본에서는 생산량과 면허면적에서 유의한 차이가 나타나 두 그룹은 동질적 조건이 아니라는 것을 알 수 있다. 그러나 매칭 후에는 모든 변수에서 두 그룹 간의 유의미한 차이를 보이지 않았다. 이는 두 집단 간에 자율관리사업 참여 여부를 제외하고는 특성이 유사해졌음을 보여준다.

또한 전체 매칭의 질 평가(balancing test)를 위해 매칭 전후의 Pseudo-R²값을 비교하였다. Pseudo-R² 값은 로짓 모형이 자율관리어업의 참여 확률을 얼마나 잘 설명하는 지를 보여준다. 매칭이 잘 이루어졌다면 매칭 이후의 매칭 이후 Pseudo-R² 값이 작아져야 한다. <Table 4>에 따르면, 매칭 이전 Pseudo-R²값은 0.235에서 매칭 이후 0.061로 감소하여 영(0)에 근접하고 있어 매칭이 잘 이루어진 것으로 평가할 수 있다.

<Table 4> Balancing of Sample Means before and after Matching

Variable	Sample	Mean		%bias	%reduct (bias)	t-value	p> t
		Treated	Control				
Fishery household	Unmatched	87.571	63.05	28.5	92.0	1.00	0.322
	Matched	50.619	52.571	-2.3		-0.13	0.900
Fishing population	Unmatched	109.43	132.65	-10.1	86.7	-0.51	0.608
	Matched	57.762	54.667	1.3		0.18	0.860
Public facilities	Unmatched	5.6857	5.65	0.8	-966.7	0.03	0.976
	Matched	4.6667	5.0476	-8.9		-0.38	0.705
Production	Unmatched	30.957	10	71.7	95.2	2.34**	0.021
	Matched	8.8095	9.8095	-3.4		-0.32	0.754
The number of licences	Unmatched	2.3429	1.6	42.6	80.8	1.44	0.154
	Matched	2	1.8571	8.2		0.38	0.704
Licensed area	Unmatched	172.65	89.148	86.5	81.4	2.98**	0.004
	Matched	90.026	105.75	-16.1		-0.93	0.360
Pseudo-R ²	Unmatched			0.235			
	Matched			0.061			

*** p≤0.001, ** p≤0.05, * p≤0.1



[Fig. 1] Standardised per cent bias in the distribution of confounders before and after matching.

[Fig. 1]을 보면 a) histogram과 b) graph 모두 매칭 전보다 후에 두 집단 간 공변량 편이가 감소되었음을 알 수 있다. b) graph의 가로축은 설명변수들의 표준화된 % 편이 값이고, 세로축은 설명변수들이다. 점 표시는 매칭 이전의 설명변수들의 표준화된 편이 값이고, × 표시는 매칭 이후의 설명변수들의 표준화된 편이 값을 나타낸다. 성향점수 매칭 전의 % bias는 0.8~86.5의 분포를 보이고 있으나, 매칭 후에는 1.3~16.1으로 0에 가까이 분포되면서 집단 간 차이가 다소 사라졌음을 볼 수 있다. 이는 매칭 전보다 매칭 후에 집단 간 공변량 편이가 감소되었음을 보여준다. 표준화된 편차의 절대값이 20% 이내이면 균형화(balancing)가 잘 이루어졌다고 판단한다(Pyo and Hong, 2013). 매칭 이후의 표준화된 편이 값이 매칭 이전에 비해 더 작아져 두 그룹의 균형성이 확보되어 양호한 결과로 해석된다.

2. 평균처치효과(ATT) 추정 결과

매칭 이후 각 집단 사이의 균형을 평가하기 위해 표준화 차이(Standardized difference)를 이용한다(Rosenbaum and Rubin, 1983; Shin, 2022). 성

향점수를 바탕으로 추정된 공동체들의 매칭 후 이를 바탕으로 공동체 참여 유무에 따른 연 평균 소득을 비교하여 ATT를 추정하였다. 매칭 후의 연평균 소득은 미참여 집단은 11,023천 원, 참여 집단은 19,083천 원으로 참여 집단이 약 8,060천 원 높았고, 이는 통계적으로도 유의하였다($p \leq 0.05$).

표준오차 수정을 위해 50회의 bootstrapping을 실행해 보았으나, 표준오차는 다소 달라도 두 집단 간의 결과값 차이는 동일하게 나타났다. 따라서 성향점수매칭을 통해 자율관리어업 참여 여부에 따른 소득 효과를 분석한 결과는 타당한 것으로 판단되었다.

<Table 5> Estimates of the average treatment effect on the treated(ATT)

	Mean		Ddifference (a-b)	S.E.	t-value
	Treated	Control			
Before matching	16,348	14,575	1,773	2,867	0.62
ATT	19,083	11,023	8,060	3,633.1	2.22**

*** $p \leq 0.001$, ** $p \leq 0.05$, * $p \leq 0.1$

본 연구에서는 최근접이웃매칭을 사용하여 추정된 ATT 외에 반경매칭과 커널매칭을 이용하여 ATT를 산출하였으며, 매칭 방법론 간 결과값을 비교해 보았다.

분석 결과 <Table 6>에서와 같이, 반경매칭의 경우 25개의 참여 공동체와 15개의 미참여 공동체가 매칭되었으며, ATT 값이 7,234천 원으로 자율관리어업 참여 공동체의 연평균 소득이 상대적으로 높게 나타났다. 커널매칭은 참여 공동체 11개와 미참여 공동체 7개가 매칭되었고, 두 집단 간의 연평균 소득 차이는 8,071천 원으로 최근접이웃매칭과 유사하게 추정되었다. 모든 매칭 방법에서 자율관리어업 참여에 따른 소득 효과는 긍정적이며, 통계적으로 유의미한 것으로 추정되었다($p \leq 0.1$).

<Table 6> Estimates of the average treatment effect on the treated for the Treated Treatment Effect Measured

Method	Mean		ATT	t-value	p> t
	Treated	Control			
Nearest neighbor matching	21	14	8,060	2.22	0.03**
Radius matching	25	15	7,234	2.08	0.04**
Kernel matching	11	7	8,071	1.97	0.05*

*** $p \leq 0.001$, ** $p \leq 0.05$, * $p \leq 0.1$

IV. 결론

2002년부터 어업인 스스로 수산자원을 보호하고 관리하도록 도입된 자율관리어업 사업은 도입 이후 참여하는 공동체 수가 늘어났고, 사업 주체인 어업인의 참여 또한 증가하여 양적 성장을 보였다. 2021년에는 자율관리어업 육성 및 지원에 관한 법률이 제정되고, 종합계획까지 수립되면서 자율관리어업의 체계적인 관리와 운영을 위한 방안이 마련되었다. 기존에는 「수산자원관리법」에 근거를 두고 지원된 사업이 독립적인 법이 제정

되면서 체계적인 관리가 가능하게 된 것이다. 그러나 2016년 예산이 큰 폭으로 감축된 이후 현재까지 감소세가 유지되면서 본 사업의 실효성 문제가 제기되고 있다. 이에 정책적 제도가 도입된 지금 본 사업의 실효성과 효과성을 확인해 보고자 자율관리어업 참여 여부가 어업인들의 소득 증가에 어느 정도 영향을 미치는지 성향점수매칭 방법을 통해 분석해 보았다.

성향점수매칭을 위해 로짓 분석을 활용하였으며, 자율관리어업 참여 여부를 처리변수로 참여 공동체를 1, 미참여 공동체를 0으로 지정하였다. 통제변수는 어가수, 어업인구, 공동시설, 생산량, 면허건수, 면허면적 등 총 6개로 두었으며, 해당 연 평균 소득을 종속변수로 하여 분석을 진행하였다.

로짓 분석을 통해 파악된 성향점수를 토대로 최근접이웃매칭을 통해 참여 공동체 21개, 미참여 공동체 14개의 표본이 재구성되었다. 구성된 표본 간의 유의성을 확인해보기 위해 t-test를 실시하였고, 그 결과 두 그룹 간의 유의성과 균형을 확인하였다. 이후 공동체 성과를 비교 분석한 결과, 참여 공동체가 미참여 공동체에 비해 연간 8,060천 원 높은 수익을 나타냄을 알 수 있었다. 또한 반경매칭, 커널매칭을 통해서도 자율관리어업 참여 공동체의 소득이 각각 7,234천 원, 8,071천 원 높은 것으로 추정되어 자율관리어업의 긍정적인 효과를 보여주었다.

자율관리어업의 기대효과는 어업생산성 향상과 안정적인 소득향상이다. 본 연구를 통해 자율관리어업에 참여한 공동체들에서 경제적으로 유의한 결과가 도출되었다. 이는 본 사업의 목적에 맞게 사업이 진행되고 있음을 추정할 수 있다. 그리고 사업 참여를 통한 가시적인 성과를 포함으로써 미참여 공동체 유입을 위한 홍보 효과도 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

좀 더 세분화된 결과를 위해 자율관리어업 참여유형별로 구분하여 분석을 시도하였으나, 결측치를 제외하니 표본의 수가 적어져 분석이 불가

능하였다. 향후 표본의 수가 많은 지역을 대상으로 해당 분석이 진행된다면 자율관리어업에 대한 다각화된 효과분석이 가능할 것으로 보인다.

한편 본 연구는 제주지역의 어촌계를 중심으로 한 자율관리어업에 한정되어 분석하였으므로 전체 지역의 어촌계 중심의 자율관리어업 참여 효과 및 전체 자율관리어업의 효과로 보기에는 한계가 있다. 그리고 본 연구는 2020년 기준에 한정된 결과로 자율관리어업 참여 현황에 대한 연차별 자료가 공표되지 않아 시계열 분석을 통한 연차별 소득 성장은 확인하지 못하였다. 향후에는 보다 구체적인 자율관리어업의 경제적 효과를 파악하기 위해 연차별 사업에 따른 참여 공동체들의 소득 변화에 관한 연구 등이 이루어질 필요가 있다.

References

- AKS(2023). Digital Jeju Culture encyclopedia. Retrieved from <http://aks.ai/GC00701190> on August 23.
- Amankwah A, Quagraine KK and Preckel PV (2008). Impact of aquaculture feed technology on fish income and poverty in Kenya. *Aquaculture Economics & Management* 22:4, 410-430. <https://doi.org/10.1080/13657305.2017.1413689>
- Becker SO and Ichino A(2002). Estimation of average treatment effects on propensity scores. *The Stata Journal* 2(4), 358~377. <https://doi.org/10.1177/1536867x0200200403>
- Garrido MM(2014). Propensity scores : A practical method for assessing treatment effects in pain and symptom management research. *Journal of Pain and Symptom Management* 48(4), 711~718. <https://doi.org/10.1016/j.jpainsymman.2014.05.014>
- Kim I(2004). The Effects of Demonstration Project of Self-Governing Coastal Fisheries in Korea. *The Korean Journal of Local Government Studies* 8(2), 265~288.
- Kim SY(2010). The Evaluation of Food Labeling Effect Using Matching Method. *The Korean Journal of Agricultural Economics* 51(3), 47~72.
- KOSIS(2022). Fishery Production Trends Retrieved from https://kosis.kr/statisticsList/statisticsListIndex.do?parentId=K2.1&vwcd=MT_ZTITLE&menuId=M_01_01#content-group on August 8.
- KORFISH(2021). Autonomous Management Fishery Information System Retrieved from <https://www.korjayul.or.kr/contents.do?lang=kor&menuPos=6> on August 10.
- Lee JY and Ki JH(2020). An Empirical Study on the Effectiveness of the Government R&D Subsidies for ICT Firms. *Journal of Korea Technology Innovation Society* 23(4), 698~722. <https://doi.org/10.35978/jktis.2020.8.23.4.698>
- Lee WS(2013). Propensity score matching and variations on the balancing test. *Empir Econ* 44, 48~80.
- Lee WS(2018). A Study on the Economic Performance Evaluation of Self-Management Fisheries in Busan, Ulsan, and Gyeongnam Region, Republic of Korea. Pukyong National University.
- MIFAFF(2012). Establishment of mid- to long-term development plan for autonomous management fishery. Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries Report, 9~15.
- MOF(2012). Establishment of mid- to long-term development plan for autonomous management fishery. Ministry of Oceans and Fisheries Report, 9~20.
- MOF(2015). Autonomous management fishery research on the actual condition and national statistics promotion plan study. Ministry of Oceans and Fisheries Report, 21~26.
- Nannicini T(2007). Simulation-based sensitivity analysis for matching estimators. *The Stata Journal* 7(3), 334~350. <https://doi.org/10.1177/1536867X0700700303>
- Nho SG(2009). A Study on the Efficiency of autonomous management fisheries. Pukyong National University.
- Oh IH, Lee JD, Heshmati A and Choi GG(2009). Evaluation of credit guarantee policy using propensity score matching. *Small Bus Econ* 33, 335~351.
- Pyo HY and Hong SC(2013). Propensity Score Matching and Operating Performance of KOSDAQ IPOs. *Korea Review of Applied Economics* 15(3), 39~71.
- Roberto M(2019). Measuring the impact of fish

- farming on regional development of poor cities: A case study on Ceará State, Brazil. *Journal of applied aquaculture* 31(4), 356~366.
<https://doi.org/10.1080/10454438.2019.1600095>
- Rosenbaum PR and Rubin DB(1983). The central role of the propensity score in observational studies for causal effects. *Biometrika*, 70(1), 41~55.
<https://doi.org/10.1093/biomet/70.1.41>
- Shin KK and Kim JI(2022). Analysis of the Effective of Corporate Support for Environmental R&D using Propensity Score Matching and Difference in Differences. *Journal of Environmental Policy and Administration* 30(2), 1~27.
<https://doi.org/10.15301/jepa.2022.30.2.1>
-
- Received : 21 September, 2023
 - Revised : 10 October, 2023
 - Accepted : 16 October, 2023