

Article

TAC 어종의 어획량 분석을 통한 TAC 제도의 효과 분석

심성현 · 이정삼\* · 오서연

한국해양수산개발원 수산연구본부  
(49111) 부산광역시 영도구 해양로 301 번길 26

An Analysis of the Effects in the TAC System by Analyzing Catch of TAC Target Species

Seonghyun Sim, Jungsam Lee\*, and Seoyeon Oh

Fisheries Policy Research Division, Korea Maritime Institute  
Busan 49111, Korea

**Abstract :** This study aimed to analyze the effect of total allowable catches (TACs) on the target species. First to effects analyse of TACs, the 8 TAC target species and 75 non-target species were selected for which catch data were available before and after the introduction of the TACs. The 8 target species were simply compared to catch changes before and after TACs. Through the comparison, it was confirmed how the catches of target fishes have changed after the implementation of the TACs. Secondly, the Difference In Differences(DID) analysis was conducted to confirm the effects of the TACs on the catches of the target fishes using the catch data of 8 TAC target species and 75 non-TAC species. Finally, to overcome the limitations of the DID analysis, the random effects model was estimated to confirm the effects of the TACs on the catch of the TAC target species. Overall, this study confirmed that the TACs affects catches of target species, not only through simple comparisons of catches before and after the introduction of the TACs but also through econometric analysis.

**Key words :** TACs, catch changes, target species, DID analysis, random effects model

1. 서 론

우리나라 연근해어업은 수산자원의 감소와 어업생산 관련 여러 요인의 변동으로 인해 최근 5년의 생산량 중 3년의 생산량이 100만 톤 이하로 감소하는 등 위기를 겪고 있다. 이에 따라 정부는 2019년에 ‘수산업 혁신성장과 일자리 창출을 위한 수산혁신 2030 계획’을 수립하여 수산업이 직면하고 있는 위기를 극복하고 미래 산업으로의 재도약을 위한 세부 추진 계획을 마련하였다. 수산혁신 2030 계획에서는 연근해어업과 관련하여 어획량 증대를 위해 생산지원 중심으로 이루어지던 기존 정부의 연근해

어업 관련 정책을 수산자원관리가 중심이 되도록 정책 관점을 전환하였다. 특히 총허용어획량(TAC, Total Allowable Catch) 제도의 확대를 핵심 추진과제로 설정하면서 산출량(Output) 규제 중심의 자원관리형 어업구조로 전환하고자 하였다.

TAC 제도는 “포획·채취할 수 있는 수산동물의 종별 연간 어획량의 최고한도”(국가법령정보센터 2020)인 TAC 내에서만 어획을 허용하여 수산자원을 지속 가능하도록 관리하는 제도로 우리나라 수산자원의 감소와 전통적인 어업관리제도의 실효성, EEZ 선포와 어업협정의 추진 등(류 등 2004)의 영향으로 인해 1999년 도입되었다. 우리나라 TAC 제도는 대형선망어업이 어획하는 고등어 시범사업을 시작으로 전갱이, 붉은대게, 제주소라, 개조개, 대게

\*Corresponding author. E-mail: jlee8793@kmi.re.kr

등으로 대상어업과 어종을 확대하였다. 2019년 기준 우리나라 TAC 제도는 14개 업종이 어획하는 12개 어종을 대상으로 실시 중이며, 참조기와 갈치는 시범사업을 실시하고 있다.

일반적으로 우리나라를 포함한 세계 주요 어업선진국이 실시하고 있는 TAC 제도는 수산자원의 관리와 보호에 효과적인 것으로 알려져 있다. 하지만 우리나라는 TAC 제도가 도입된 지 약 20여 년이 경과하였음에도 불구하고 오히려 수산자원은 감소하였으며, 연근해어업 어획량은 점점 감소하고 있다. 이로 인해 일부 어업인과 전문가는 TAC 제도의 실효성에 대한 의문을 끊임없이 제기하고 있다.

이와 관련하여 우리나라에서 TAC 제도의 효과에 대한 연구는 제한적으로 진행되어 왔다. 구체적으로 TAC 제도의 경제적 효과에 대한 김 (2003)의 연구, TAC 제도의 평가시스템 구축에 대한 류 등 (2005)의 연구, TAC 제도 도입 업종의 효율성을 분석한 서와 박 (2016)의 연구, TAC 제도 도입의 자원 증대 효과를 분석한 정과 남 (2016)의 연구 등이 일부 진행되었다. 하지만 상기의 연구에서는 TAC 제도 평가 시스템에 대한 체계를 마련하였으나 실제 분석은 이루어지지 않았다는 점과 붉은대게, 키조개 등 일부 TAC 어종으로만 분석 대상을 한정하여 분석하였다는 점으로 인해 이러한 의문을 해결하기에는 다소 부족할 실정이다.

이러한 문제의식 하에서 본 연구에서는 TAC 제도가 도입된 이후 TAC 어종과 미적용 어종의 어획량에 어떠한 변화가 있었는지 등 TAC 제도가 TAC 어종의 어획량에 실제적으로 어떠한 영향을 미쳤는지에 대해 분석하고자 한다. 구체적으로 본 연구는 TAC 어종과 미적용 어종의 어획량 자료를 이용하여 TAC 제도의 도입 전과 후 어획량 변화를 살펴보고 통계적으로 어떤 유의미한 차이가 있는지 이중차분(DID, Difference in Differences) 분석을 통해 살펴보고자 한다.

DID분석은 상기의 선행연구에서는 사용하지 않은 분석이며, “의학 분야에서 자주 사용하는 실험군(treatment group)과 대조군(control group) 개념을 사회과학 이슈에 적용하여 특정 정책프로그램의 시행이 효과가 있는지를 분석하는 방법”(민과 최 2013)으로 정책이나 제도의 효과 분석에 뛰어난 분석방법이다. 하지만 DID분석은 정책대상과 비대상의 차이는 시간이 지나도 변화가 없다는 가정에 의존한다는 한계가 존재하여 이러한 한계를 보완하기 위해 본 연구에서는 패널모형을 추가적으로 추정하여 TAC 제도가 어획량에 미치는 효과를 살펴보았다.

DID분석을 포함한 유사 준실험적 방법은 다양한 분야에서 이용되었는데, 대표적으로 Ashenfelter and Card (1984)의 미국 종합 직업훈련법(CETA, Comprehensive Employment and Training Act)의 효과에 대한 연구, Card and

Krueger (1994)의 최저임금 인상 효과에 대한 연구, Eissa and Liebman (1996)의 근로장려세제의 여성 고용효과에 대한 연구 등이 있다. 수산분야에서는 Smith et al. (2006)가 해양보호구역(marine reserve) 설정의 효과를 살펴보았으며, Scheld et al. (2012)는 저어류(groundfish) 어획할당(catch share)제가 양륙가격(Ex-vessel)에 미치는 효과를, Cunningham et al. (2016)는 뉴잉글랜드의 어획할당제가 어획량에 미치는 효과를 살펴보았다. 우리나라에서는 김과 이 (2011)가 어촌종합개발사업의 효과를 평가하였으며, 김 (2017)은 조건불리지역의 조건불리성을 확인하였다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 TAC 제도 및 TAC 어종의 어획량 현황을 소개하고, 3장에서는 DID 분석 등 연구의 분석 방법을 소개한 후 4장에서는 분석 결과를 보여준다. 그리고 5장에서는 연구의 결과를 요약하고 연구의 함의 및 한계를 제시하면서 결론을 내린다.

## 2. TAC 제도 및 TAC 어종의 어획량 현황

### TAC 제도 운영 현황

현행 TAC 제도는 해양수산부를 중심으로 TAC를 전반적으로 관리하는 한국수산자원공단 외 국립수산물학원, 지방자치단체, 수산업협동조합 등 여러 관계 기관이 참여하여 각각의 역할을 담당하여 운영되고 있다. 국립수산물학원은 TAC 어종에 대한 자원조사·평가를 실시하며, 해양수산부는 TAC와 관련된 시행계획을 수립하여 TAC를 광역시·도로 할당하는 역할을 담당하고 있다. 지방자치단체는 해양수산부로부터 할당받은 TAC를 참여어선에 할당하며, 수산업협동조합은 지정 판매장에서 TAC 참여어선의 어획량을 확인한 후 한국수산자원공단에 TAC 참여어선의 입항과 위판실적을 보고한다. 한국수산자원공단은 수산자원조사원을 통해 TAC 참여어선의 어획량을 확인하고 소진율을 조사하며, TAC 어종의 자원평가를 위한 기초 자료를 조사하는 역할을 수행하고 있다.

Table 1에서 확인할 수 있듯이 2019년 기준 TAC 제도는 대형선망어업, 근해통발어업, 근해자망어업, 잠수기어업 등 14개 어업에 의해 어획되는 고등어, 전갱이, 꽃게, 키조개 등 12개 어종에 대해 실시하고 있으며, 근해연승어업, 대형선망어업, 근해안강망어업, 쌍끌이대형저인망어업이 어획하는 갈치와 근해자망어업과 근해안강망어업이 어획하는 참조기는 현재 시범사업 실시 중에 있다. 그리고 TAC 참여어선의 어획량과 TAC 어종의 자원생물학적 자료 조사를 위해 95명의 수산자원조사원을 운용하고 있다.

2019년 7월에서 2020년 6월 어기 기준 시범사업 어종인 갈치와 참조기를 제외한 12개 어종에 할당된 TAC는 총 309,507 톤으로 최근 5년 평균 연근해어업 어획량(약 963,915 톤)의 약 32.1%를 차지하고 있다. TAC가 높게

**Table 1. Status of TAC target species and related fishing gear in the South Korea (2019. 7–2020. 6) (Unit: ton, %)**

Species	Gear Type	TACs
Chub mackerel	Large Purse Seine	132,452(42.8)
Comb pen shell	Diver Fishery	7,437(2.4)
Common squid	Large Purse Seine	97,362(31.5)
	Large Pair Bottom Trawl	
	Large Otter Trawl	
	East Sea Trawl Offshore Angling	
Jack mackerel	Large Purse Seine	30,727(9.9)
Large head hairtail (pilot project)	Offshore Long Line, Large Purse Seine	29,174(-)
	Large Pair Bottom Trawl	
Manila clam	Diver Fishery	1,561(0.5)
Mottled skate	Offshore Long Line	377(0.1)
	Coastal Combo Fishery	
Purplish washington clam	Diver Fishery	1,551(0.5)
Red snow crab	Offshore Trap	26,630(8.6)
Sandfish	East Sea Trawl	2,821(0.9)
	East Sea Medium Danish Seine	
Small yellow croaker (pilot project)	Offshore Gill Net	20,481(-)
	Offshore Stow Net	
	Large Pair Bottom Trawl	
	Large Danish Seine	
Snow crab	Offshore Gill Net	1,003(0.3)
	Offshore Trap	
Spiny top shell	Village Fishery	1,788(0.6)
Swimming crab	Offshore Gill Net	5,798(1.9)
	Coastal Gill Net	
	Coastal Trap	
Sum (Excludes hairtail and Small yellow croaker)		309,507(100.0)

Source: Korea Fisheries Resources Agency (2020)

**Table 2. Recent catch of the TAC target species (2015–2019) (Unit: ton, %)**

Species	2015	2016	2017	2018	2019	Average	Ratio
Chub mackerel	131,735	133,200	103,870	141,513	101,281	122,320	37.5
Comb pen shell	4,510	8,170	5,355	5,854	7,489	6,276	1.9
Common squid	155,743	121,691	87,024	46,274	51,751	92,497	28.4
Jack mackerel	43,362	21,620	21,294	27,019	43,052	31,269	9.6
Manila clam	15,241	13,517	17,261	31,607	23,774	20,280	6.2
Mottled skate	358	514	509	700	1,287	674	0.2
Purplish washington clam	1,828	1,741	1,378	1,727	1,577	1,650	0.5
Red snow crab	41,647	36,180	29,686	20,344	15,874	28,746	8.8
Sandfish	4,762	7,497	4,965	4,183	3,069	4,895	1.5
Snow crab	1,915	1,572	1,789	2,184	2,136	1,919	0.6
Spiny top shell	2,680	2,115	2,903	2,444	2,285	2,485	0.8
Swimming crab	16,374	11,751	12,941	11,770	12,306	13,028	4.0
Sum	420,155	359,568	288,975	295,619	265,881	326,040	100.0

Source: Korea Fisheries Resources Agency (2020)

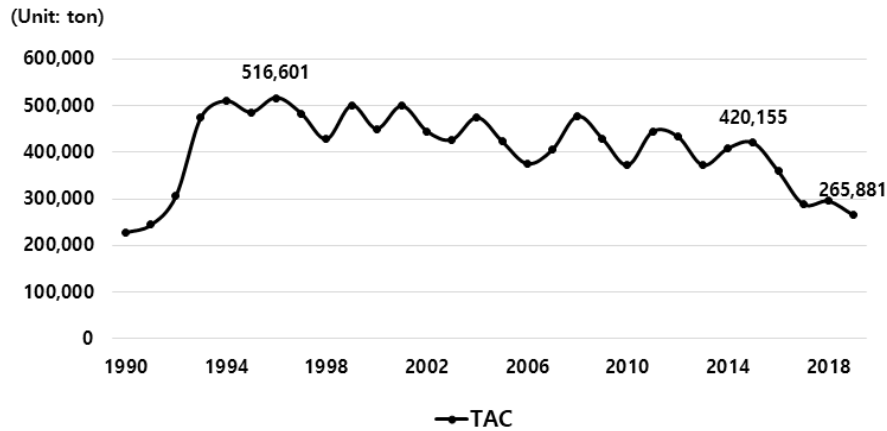


Fig. 1. Trends in total catch of the TAC target species (1990–2019) (Korea Fisheries Resources Agency (2020))

설정된 어종은 고등어(약 132,452 톤)로 시범사업을 제외한 총 TAC의 약 42.8%를 차지하였으며, 오징어 약 97,362 톤(약 31.5%), 전갱이 약 30,727 톤(약 9.9%), 붉은대게 약 26,630 톤(약 8.6%) 순으로 TAC가 높게 설정되었다.

#### TAC 어종의 어획량 현황

Table 2는 최근 5년 평균 기준 우리나라 TAC 어종의 어획량을 나타낸 표로 우리나라 TAC 어종의 총어획량은 약 326,040 톤으로 연도별로는 증감을 반복하고 있으나, 전반적으로는 TAC 어종의 총어획량이 감소하고 있는 추세이다. 구체적으로 TAC 어종의 총어획량은 TAC 제도 도입 이전인 1996년에 약 516,601 톤으로 가장 높게 나타났으며, 제도 도입 후에는 40만 톤 수준을 유지하였다. 하지만 2017년 TAC 어종의 총어획량이 약 288,975 톤을 기록하면서 30만 톤 이하로 감소하였으며, 2019년에는 TAC 어종의 총어획량이 약 265,881 톤을 기록하면서 TAC 제도 도입 이후 최저 생산량을 기록하였다. 이는 TAC에서 높은 비율을 차지하고 있던 오징어의 어획량이 급감하였기 때문인데 2019년 오징어 어획량은 약 51,751 톤으로 오징어 TAC 도입 당시인 2007년 어획량인 약 174,479 톤 대비 약 70.34% 감소하였다. Fig. 1은 1990년부터 2019년까지 TAC 어종의 총어획량 추이를 나타낸 그림으로 이를 잘 보여준다.

### 3. 분석방법 및 추정모형

#### 분석방법

하나의 정책이나 제도의 효과를 분석하기 위한 방법은 매우 다양하다. 그 중 가장 기본적인 방법은 전후분석으로 정책이나 제도 도입 전(before)과 도입 후(after)의 대상의 변화를 살펴보는 것이다. 이는 정책이나 제도의 효과를 분

석하기 위한 여러 방법 중 간단하게 정책이나 제도의 효과를 분석할 수 있다는 장점으로 인해 많이 사용된다. 전후분석은 단순비교방법과 그룹비교방법으로 구분할 수 있는데, 단순비교방법은 직접적으로 정책이나 제도의 대상이 되는 목표그룹의 변화를 살펴보는 방법이다. 그리고 그룹비교방법은 정책이나 제도의 목표그룹과 비목표그룹의 변화를 비교하여 정책이나 제도의 효과가 어느 정도인지 살펴보는 방법이다.

본 연구에서는 TAC 제도가 TAC 어종의 어획량에 미치는 효과를 살펴보기 위해 단순비교방법과 그룹비교방법을 활용하였다. 구체적으로 단순비교방법을 통해 TAC 어종의 제도 도입 전과 후의 어획량 변화를 확인하였으며, 그룹비교방법 중 하나인 DID분석을 통해 TAC 어종과 미적용 어종의 어획량 변화와 그룹 간의 차이를 확인하였다. 본 연구에서 주제로 하고 있는 정책인 TAC 제도는 대표적인 수산자원관리 정책으로 제도의 효과를 확인하기 위해서는 TAC 제도가 TAC 어종의 수산자원량에 미치는 영향을 분석해야 한다. 하지만 현재 우리나라의 수산자원 관련 정보는 일본 및 중국과의 어업협정, 정책 집행 등 기타 민감한 사유로 인해 공개되지 않고 있어 본 연구에서는 수산자원량을 어획량으로 대체하여 분석하였다.

#### 단순비교

단순비교방법은 정책이나 제도의 목표그룹을 대상으로 정책이나 제도 도입 후 그룹 내 대상에게 어떤 변화가 있었는지를 살펴보는 방법이다. 본 연구에서는 TAC 제도가 TAC 어종의 어획량에 미치는 효과를 살펴보기 위해 각 TAC 어종의 제도 도입 전 5년 평균 어획량과 제도 도입 후인 최근 5년 평균 어획량을 단순비교하였다. 이를 통해 TAC 제도가 TAC 어종의 어획량에 어떠한 효과를 미쳤는지 대략적으로 확인할 수 있다.

Table 3. Variable of DID analysis in the TAC system

Variable		Content
Dependent ( $Z_i$ )		Z score of catch
	Time ( $T_i$ )	Before (5 years before implementation), After (recent 5 years)
Independent	Group ( $TAC_i$ )	Target species of TAC, Non-target species of TAC
	DID ( $TAC_i T_i$ )	Cross-term between time and group variables

**이종차분분석**

DID분석은 분석 대상을 정책이나 제도의 목표그룹과 비목표그룹으로 구분하여 해당 그룹 간의 시간 경과에 대한 변화를 비교하는 분석 방법이다. DID분석은 만약 정책이나 제도가 도입되지 않았다면 목표그룹과 비목표그룹 간의 차이는 시간이 지나도 변화가 없다는 가정에 의존한다. 이로 인해 DID분석에서 확인할 수 있는 정책이나 제도 도입 후 나타나는 두 그룹 간의 차이는 정책이나 제도가 목표그룹에 미치는 효과를 의미한다(민과 최 2013).

본 연구에서는 DID분석을 위해 목표그룹은 TAC 어종으로 선정하였고, 비목표그룹은 TAC 미적용 어종으로 선정하였다. 그리고 제도 도입 이전의 시간으로는 TAC 어종별 제도 도입 전 5년을 설정하였으며, 제도 도입 이후의 시간으로는 최근 5년(2015년-2019년)을 설정하였다. TAC 제도가 TAC 어종의 어획량에 미치는 효과를 분석하기 위한 DID분석 모형의 추정 식은 다음과 같다(민과 최 2013).

$$Z_i = \beta_0 + \beta_1 TAC_i + \beta_2 T_i + \beta_3 TAC_i T_i + e_i \quad (1)$$

여기서,  $Z_i$ 는 TAC 어종과 미적용 어종의 어획량을 Z-점수화한 것이다. TAC 어종과 미적용 어종의 어획량을 Z-점수화한 이유는 각 어종별 어획량 수준이 전부 다르기 때문에 이를 표준화하여 쉽게 비교하기 위해서이다. Z-점수화한 자료는 “서로 다른 분포로부터 나온 값들을 비교 가능토록 해주는 역할”(한국성인교육학회 1998)을 한다.

Table 3에서 확인할 수 있듯이  $TAC_i$ 와  $T_i$ 는 더미변수로  $TAC_i$ 는 TAC 어종에 속하면 1이고, TAC 미적용 어종에 속하면 0의 값을 지니는 그룹에 대한 더미변수이다. 그리고  $T_i$ 는 TAC 도입 후에 속하면 1이고, TAC 도입 전에 속하면 0의 값을 지니는 시간에 대한 더미변수이다.  $TAC_i T_i$ 는 그룹과 시간 더미변수의 곱인 상호작용(interaction) 변수로, 즉 DID 변수를 의미한다. DID 변수를 통해 추정된 계수  $\beta_3$ 는 TAC 제도의 순수한 한계효과 즉 제도의 도입 효과라고 볼 수 있다(민과 최 2013).

**패널모형**

본 연구에서는 DID 분석의 한계를 보완하기 위해 우리

나라 어종별 패널자료를 활용하여 오차항을 추정해야할 모수로 보는 고정효과(fixed effects)모형과 확률변수로 보는 확률효과(random effects)모형을 추정하였다(Wooldridge 2002; Arellano 2003; Baltagi 2005; 민과 최 2013). 패널자료를 활용할 경우의 가장 큰 장점은 분석 대상의 관측되지 않은 이질성(unobserved heterogeneity)을 반영할 수 있게 된다는 것 (우 2018)으로 어종의 특성과 시간이 가진 특성을 반영할 수 있다. 독립변수와 본 연구에서 추정할 패널모형의 식은 다음과 같다.

$$lcatch_{it} = \beta_0 + lprice_{it} + D_{fish,t} + D_{crustacean,t} + D_{shellfish,t} + D_{mollusca,t} + u_i + v_i + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

여기서,  $lcatch$ 는 어종의 어획량,  $lprice$ 는 어종의 생산가격,  $D_{fish,t}$ ,  $D_{crustacean,t}$ ,  $D_{shellfish,t}$ ,  $D_{mollusca,t}$ 는 각각 TAC 대상어종을 어류, 갑각류, 패류, 연체동물류로 구분하고 TAC 제도의 시행 시점을 반영한 가변수로 TAC 제도 시행 시점은 1 그 외 시점은 0을 의미한다. 그리고  $u_i$ 는 시간에 따라 변하지 않는 어종의 고유 특성,  $v_i$ 는 시간에 따른 어종의 고유 특성,  $\varepsilon_{it}$ 는 일반적인 오차항을 의미한다. 시간에 따라 변하지 않는 어종의 특성과 시간에 따른 어종의 고유 특성을 모두 반영하는 모형을 이원효과(two-way effects)모형이라 한다.

본 연구에서는 이원효과모형을 추정하여 부류별 TAC 대상어종의 효과를 살펴보았으며, Hausman 검정을 통해 고정효과모형과 확률효과모형 중 어느 모형이 더 분석에 적합한지를 검정하였다. Hausman 검정은 설명변수와  $u_i$  사이의 상관관계 여부를 살펴보는 검정으로 상관관계가 존재하면 고정효과모형을, 상관관계가 존재하지 않으면 확률효과모형을 통해 분석을 실시한다. Hausman 검정의 귀무가설과 대립가설은 다음과 같다(Hausman 1978; 민과 최 2013).

$$H_0 = cov(x_{it}, u_i) = 0$$

$$H_1 = cov(x_{it}, u_i) \neq 0$$

#### 4. 실증분석

##### 분석자료

본 연구에서는 통계청 (2020)의 각 어종별 어획량 자료를 이용하였다. 어업생산동향조사는 각 어종별로 연도별·월별 시계열 어획량 및 생산금액 자료를 제공하고 있는데, 본 연구에서는 분석에 앞서 우선 분석 가능한 TAC 어종을 선정하였다. 단순비교방법을 활용한 분석과 DID분석을 위해서는 TAC 어종의 제도 도입 전과 후의 어획량 자료를 어느 정도 확보해야하기 때문인데, 현재 TAC가 정식 도입된 12개 어종 중에는 TAC 제도 도입 전의 어획량 자료가

**Table 4. Analyzable species among the TAC target species (Unit: year)**

Species	TAC Implementation	Data status	Analysis target
Chub mackerel	1999	○	○
Comb pen shell	2001	○	○
Common squid	2007	○	○
Jack mackerel	1999	○	○
Manila clam	2019	○	×
Mottled skate	2009	×	×
Purplish washington clam	2001	×	×
Red snow crab	1999	○	○
Sandfish	2006	○	○
Snow crab	2002	○	○
Spiny top shell	2001	×	×
Swimming crab	2003	○	○

존재하지 않는 어종(참홍어, 개조개, 제주소라)과 최근에 TAC가 도입되어 제도 도입 후의 어획량 자료가 충분하지 않은 어종(바지락)도 존재하였다. 이에 따라 본 연구에서는 TAC 제도 도입 전·후의 어획량 자료가 충분하지 않은 바지락, 참홍어, 개조개, 제주소라 4개의 TAC 어종은 분석 대상에서 제외하였으며, 자료가 일정 수준 확보 가능한 8개 어종(고등어, 키조개, 오징어, 전갱이, 붉은대게, 도루묵, 대게, 꽃게)에 대해 분석을 실시하였다(Table 4).

##### 단순비교

본 연구에서는 TAC 제도가 TAC 어종의 어획량에 미치는 효과를 살펴보기 위해 TAC제도 도입 전과 후의 TAC 어종의 어획량을 단순 비교하였다. Table 5에서 확인할 수 있듯이 TAC 제도 도입 전과 후의 어획량 자료가 존재하는 8개 TAC 어종의 도입 전 5년 평균 어획량과 도입 후인 최근 5년 평균 어획량을 비교한 결과, 4개 어종(고등어, 오징어, 붉은대게, 꽃게)의 어획량은 감소한 반면, 나머지 4개 어종(키조개, 전갱이, 도루묵, 대게)의 어획량은 증가한 것으로 나타났다.

어획량이 가장 많이 감소한 TAC 어종은 오징어로 TAC 도입 전 5년(2002년-2006년) 평균 어획량이 도입 후 5년(2015년-2019년) 평균 어획량 대비 약 113,716 톤(약 55.15%) 감소한 것으로 나타났다. 고등어 또한 도입 전 5년(1994년-1998년) 평균 어획량 대비 도입 후 5년(2015년-2019년) 평균 어획량이 많이 감소하였는데 약 62,632 톤(약 33.86%) 감소한 것으로 나타났다. 어획량이 가장 많이 증가한 TAC 어종은 전갱이로 도입 전 5년(1994년-1998년) 평균 어획량 대비 도입 후 5년(2015년-2019년) 평균 어획량이 약 9,241 톤(약 41.95%) 증가한 것으로 나타났다.

이와 같이 TAC 어종의 총 어획량은 TAC 제도 도입

**Table 5. Catch of the TAC target species at before and after implementation the TAC system (Unit: year, ton)**

Species	TAC Implementation	Catch average		Difference
		Before (5 years before implementation)	After (2015-2019)	
Chub mackerel	1999	184,952	122,320	-62,632
Comb pen shell	2001	3,508	6,276	2,768
Common squid	2007	206,212	92,497	-113,716
Jack mackerel	1999	22,028	31,269	9,241
Red snow crab	2019	34,724	28,746	-5,978
Sandfish	1999	1,943	4,895	2,952
Snow crab	2006	317	1,919	1,602
Swimming crab	2003	16,026	13,028	-2,998
Sum		469,711	300,950	-168,761

전과 비교하였을 때 감소한 것으로 나타났는데 이는 TAC 중 높은 비율을 차지하고 있는 오징어와 고등어의 어획량이 큰 폭으로 감소하였기 때문으로 확인된다. 특히 TAC 제도는 어획량 감소 또는 수산자원이 감소하였을 경우 수산자원을 보호·회복하기 위해 TAC를 낮게 설정하는데, 설정된 TAC 만큼 어획을 실시하는 대표적인 산출량 규제 (output control)라는 제도의 특성으로 인해 어획량이 감소한 TAC 어종의 어획량은 앞으로도 낮은 수준을 유지할 것으로 판단된다.

Fig. 2는 본 연구의 분석대상인 8개 TAC 어종의 어획량 추이를 나타낸 그림으로 TAC 어종별 TAC 제도 도입 5년 전의 어획량부터 최근의 어획량 변화를 확인할 수 있다.

이중차분분석

어획량 자료를 TAC 어종과 미적용 어종으로 그룹을 분류하고, TAC 제도 도입 전·후로 시간을 구분하면 DID 분석을 통해 TAC 제도가 TAC 어종의 어획량에 미치는 효과를 확인할 수 있다. 본 연구에서는 DID 분석을 위해 8개 TAC 어종과 75개 TAC 미적용 어종을 부류별(어류, 패류, 연체동물류, 갑각류)로 그룹을 나누고, 각 TAC 어종의 제도 도입 연도에 따라 전·후로 시간을 구분하여 분석하였다(Table 6).

TAC 어종과 미적용 어종의 어획량에 대한 DID 분석 결과(Table 7), TAC 어종별 추정모형은 유의하게 분석되었으나, 일부 추정치에서 유의하지 않은 추정치도 존재하였

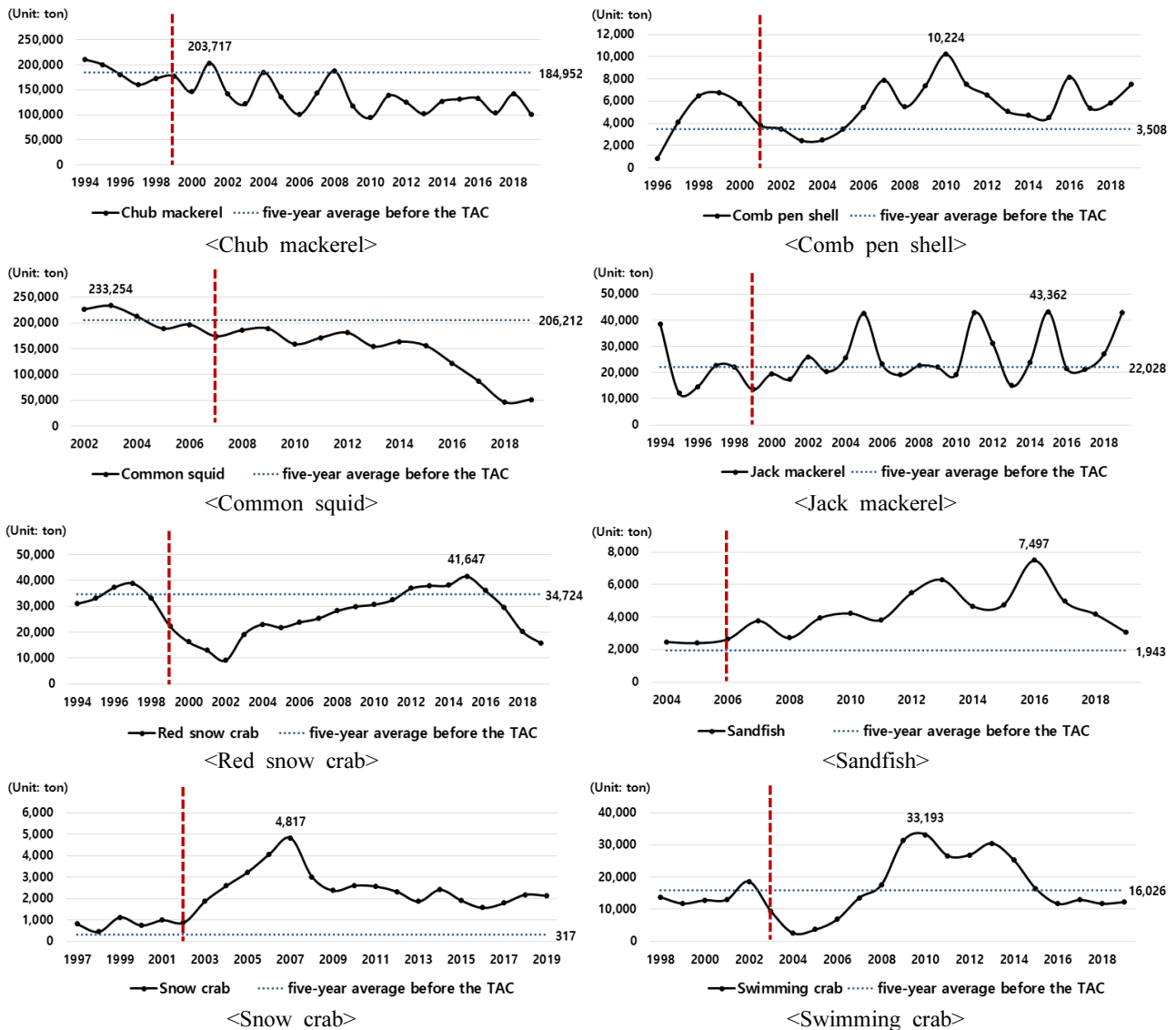


Fig. 2. Trends in catch of TAC target species (5 years before Implementation the TAC system–2019) (Korea Fisheries Resources Agency (2020))

Table 6. Fish species used for analysis

Species	TAC target (Implementation year)	TAC non-target
Fish	Chub mackerel (1999) Jack mackerel (1999) Sandfish (2006)	49 species of Fish
Shellfish	Comb pen shell (2001)	14 species of Shellfish
Mollusca	Common squid (2007)	5 species of Mollusca
Crustacean	Red snow crab (1999) Snow crab (2002) Swimming crab (2003)	7 species of Crustacean

Table 7. Results of DID analysis by each TAC target species

Species	Time (P-Value)	Group (P-Value)	DID (P-Value)	F-Stat. (P-Value)
Chub mackerel	-0.2413** (0.0240)	0.8453*** (0.0010)	<b>-1.5078***</b> <b>(0.0000)</b>	12.4600*** (0.0000)
Comb pen shell	-0.8296*** (0.0000)	-0.7735 (0.1200)	<b>1.5470***</b> <b>(0.0090)</b>	10.3800*** (0.0000)
Common squid	0.1319 (0.6360)	0.9032 (0.0010)	<b>-1.8065***</b> <b>(0.0000)</b>	15.1900*** (0.0000)
Jack mackerel	-0.2413** (0.0240)	-0.4639 (0.2410)	<b>1.1106*</b> <b>(0.0570)</b>	2.4900* (0.0596)
Red snow crab	-1.4531*** (0.0000)	-0.3577 (0.0920)	<b>0.7153</b> <b>(0.2260)</b>	36.8600*** (0.0000)
Sandfish	0.2286** (0.0120)	-0.5785*** (0.0000)	<b>1.1570**</b> <b>(0.0140)</b>	10.0400*** (0.0000)
Snow crab	-1.15874*** (0.0000)	-1.4541*** (0.0000)	<b>2.9083***</b> <b>(0.0000)</b>	32.1200*** (0.0000)
Swimming crab	-0.8892*** (0.0000)	-0.2237 (0.6640)	<b>0.4474</b> <b>(0.4820)</b>	6.4300*** (0.0006)

Note: \*, \*\*, \*\*\* mean that model is statistically significant under 10%, 5%, 1% critical values respectively

\*, \*\*, \*\*\* mean that coefficients of variables are statistically significant under 10%, 5%, 1% critical values respectively

다. 고등어의 경우 모든 추정치가 유의하게 추정되었으나, TAC 제도의 효과를 의미하는 DID 추정량이 음수(-1.5078)로 추정되어 제도 도입 후(2015년-2019년) 어획량 Z-점수가 TAC 미적용 어류보다 1.5078 낮은 것을 확인할 수 있었다. 이는 TAC 제도 도입 후 TAC 미적용 어류 대비 고등어 어획량이 감소하였다는 것으로 TAC 제도가 고등어 어획량을 감소시키는 효과가 있었다고 볼 수 있다. 그리고 고등어를 포함한 50개 어류의 최근 어획량 Z-점수는 1999년 전보다 감소한 것으로 분석되었으며, 고등어는 TAC 미적용 어류보다 0.8453 어획량 Z-점수가 높은 것을 확인할 수 있었다. 하지만 고등어의 어획량 감소는 TAC 제도만으로 인한 것보다는 한·일 어업협정 결렬로 인한 조업 어장의 축소와 수산자원 감소, 금어기 등의 복합적인 요인이 작용하고 있다고 볼 수 있다.

키조개와 TAC 미적용 패류에 대한 분석 결과, 키조개와 TAC 미적용 패류의 어획량 Z-점수 차이를 의미하는 그룹변수를 제외한 모든 추정치와 모형이 유의하게 추정되었다. 키조개를 포함한 15개 패류의 최근 어획량 Z-점수는 1999년 전보다 증가한 것으로 분석되었으며, 특히 키조개는 DID 추정량이 양수(1.5470)로 추정되어 TAC 제도 도입 후(2015년-2019년) TAC 미적용 패류보다 어획량 Z-점수가 1.5470 높은 것을 확인할 수 있었다. 이는 TAC 제도 도입 후 TAC 미적용 패류 대비 키조개 어획량이 증가하였다는 것으로 TAC 제도가 키조개 어획량을 증가시키는 효과가 있었다고 볼 수 있다.

오징어의 경우 모형은 유의하게 추정되었으나, TAC 제도의 효과를 의미하는 DID 추정량을 제외한 모든 추정치가 유의하게 추정되지 않았다. 그리고 유의하게 추정된



DID 추정량이 음수(-1.8065)로 추정되어, 제도 도입 후(2015년-2019년) 오징어 어획량 Z-점수가 TAC 미적용 연체동물류보다 1.8065 낮은 것을 확인할 수 있었다. 이는 TAC 제도 도입 후 오징어 어획량이 감소하였다는 것을 의미하는데, 사실 오징어 어획량의 감소는 TAC 제도에 의해 발생하였다기보다는 북한 동해수역에서의 중국어선에 의한 남획과 기후변화에 의한 영향으로 추정되고 있다.

전갱이와 TAC 미적용 어류에 대한 분석 결과, 전갱이와 TAC 미적용 어류의 어획량 Z-점수 차이를 의미하는 그룹변수를 제외한 모든 추정치와 모형이 유의하게 추정되었으며, 전갱이를 포함한 50개 어류의 최근 어획량 Z-점수는 1999년 전보다 감소한 것으로 분석되었다. 여기서, 전갱이와 고등어의 시간변수 추정치가 같은 이유는 두 어종의 TAC 제도 도입 연도와 분석에 이용된 49개 TAC 미적용 어류의 자료가 동일하기 때문이다. 또한 전갱이는 DID 추정량이 양수(1.1106)로 추정되어 제도 도입 후(2015년-2019년) TAC 미적용 어류보다 어획량 Z-점수가 1.106 높은 것을 확인할 수 있었다. 이는 TAC 제도 도입 후 TAC 미적용 어류 대비 전갱이 어획량이 증가하였다는 것으로 TAC 제도가 전갱이 어획량을 증가시키는 효과가 있었다고 볼 수 있다.

도루묵의 경우 모든 추정치가 유의하게 추정되었으며, TAC 제도의 효과를 의미하는 DID 추정량이 양수(1.1570)로 추정되어 제도 도입 후(2015년-2019년) 어획량 Z-점수가 TAC 미적용 어류보다 1.1570 높은 것을 확인할 수 있었다. 이는 TAC 제도 도입 후 TAC 미적용 어류 대비 도루묵 어획량이 증가하였다는 것으로 TAC 제도가 도루묵 어획량을 증가시키는 효과가 있었다고 볼 수 있다. 그리고 도루묵을 포함한 50개 어류의 최근 어획량 Z-점수는 2006년 전보다 증가한 것으로 분석되었으며, 도루묵은 TAC 미적용 어류보다 0.5785 어획량 Z-점수가 낮은 것을 확인할 수 있었다. 도루묵의 경우 2009년 TAC 제도 도입 전 이미 수산자원회복계획 하에서 관리대상 어종으로 선정된 후 관리되어 TAC 제도 도입의 효과가 다소 낮게 추정되었을 수도 있을 것으로 판단된다.

대게와 TAC 미적용 갑각류에 대한 분석 결과, 모든 추정치가 유의하게 추정되었으며, TAC 제도의 효과를 의미하는 DID 추정량이 양수(2.9083)로 추정되어 제도 도입 후(2015년-2019년) 어획량 Z-점수가 TAC 미적용 갑각류보다 2.9083 높은 것을 확인할 수 있었다. 이는 TAC 제도 도입 후 TAC 미적용 갑각류 대비 대게 어획량이 증가하였다는 것으로 TAC 제도가 대게 어획량을 증가시키는 효과가 있었다고 볼 수 있다. 그리고 대게를 포함한 8개 갑각류의 최근 어획량 Z-점수는 2002년 전보다 감소한 것으로 분석되었으며, 대게는 TAC 미적용 갑각류보다 1.4541 어획량 Z-점수가 낮은 것을 확인할 수 있었다.

붉은대게와 꽃게의 경우 모형은 유의하게 추정되었지만, TAC 제도 도입 전과 도입 후의 어획량 차이를 의미하는 시간변수를 제외한 모든 변수가 유의하게 추정되지 않았다. 붉은대게를 포함한 8개 갑각류의 최근 어획량 Z-점수는 1999년 전보다 감소한 것으로 분석되었으며, 꽃게를 포함한 8개 갑각류의 최근 어획량 Z-점수는 2003년 전보다 감소한 것으로 분석되었다. 붉은대게와 대게의 추정된 DID 계수는 유의하지 않아 분석 결과를 신뢰할 수는 없었다. 현재 갑각류의 어획량은 감소하고 있는 추세이며, 특히 붉은대게의 경우 이를 반전시키기 위해 TAC 제도 외 추가적인 조치가 필요할 것으로 판단된다.

### 패널모형분석

본 연구에서는 DID분석의 한계를 보완하기 위해 TAC 대상어종을 포함한 80개 어종의 어획량 자료와 생산가격 자료를 활용하여 패널모형을 추정하였다. 어종별 어획량, 생산가격 패널자료는 통계청, 국가통계포털의 어업생산 동향조사 1995년부터 2018년까지의 자료를 활용하였으며, 생산가격은 수산물 생산자 물가지수를 활용하여 표준화한 후 분석하였다. 또한 결과 해석의 편의를 위해 어획량과 생산가격 자료는 로그자료로 변환하였다.

어종 각각의 이질성에 대한 검정인  $u_i$  검정 결과, 이질성이 존재하지 않는다는 귀무가설을 기각하여 어종의 이질성을 반영하는 고정효과모형 추정의 당위성을 확보하였다. 그리고 시간에 따른 어종 고유의 특성을 확인하기 위한 시간 특성 검정에서도 시간 특성이 존재함을 확인하여 이원효과모형을 추정하였다. 이원고정효과모형과 이원확률효과모형의 적합성 여부에 대한 Hausman 검정 결과에서는 귀무가설을 채택하여 확률효과모형이 적합함을 확인하였다. 따라서 본 연구에서는 설명변수와  $u_i$ 에 상관관계가 존재하지 않는 이원확률효과모형을 중심으로 분석 결과를 제시하고자 한다.

Table 8은 이원확률효과모형의 추정 결과를 나타낸 표로 모형 추정 결과, 모형은 1%의 유의수준에서 유의하게 추정되었으나, 모형의 설명력을 의미하는 그룹 내(within), 그룹 간(between), 전체(overall) 결정계수( $R^2$ )는 각각 0.2362, 0.2565, 0.2533으로 다소 낮게 나타났다. 그리고 추정된 계수는 TAC 대상 연체동물을 의미하는  $D_{mollusca,t}$ 를 제외한 모든 변수가 1%와 5%의 유의수준에서 유의하게 추정되었다.

구체적으로  $\ln price$ 는 -0.8919로 추정되어 가격이 1% 증가하면 어획량은 0.8919% 감소하는 것으로 나타났다. 이는 어로어업의 특성 상 수산자원과 해양환경의 영향을 받아 어업인이 생산량을 조절할 수 없기 때문에 수산물 가격이 주로 어획 상황에 따라 설정되는 경우가 많기 때

Table 8. Results of two-way fixed and random effect models

Cobb-Douglas	Fixed effect		Random effect	
	Coef. (Std. Err.)	Z-Stat. (Prob.)	Coef. (Std. Err.)	Z-Stat. (Prob.)
Constant	15.8517*** (0.4004)	39.5900 (0.0000)	15.8661*** (0.9800)	16.1900 (0.0000)
Inprice	-0.8902*** (0.4551)	-19.5600 (0.0000)	-0.8919*** (0.1105)	-8.0700 (0.0000)
$D_{fish,t}$	0.2232 (0.1921)	1.1600 (0.2450)	0.2672** (0.1242)	2.1500 (0.0320)
$D_{crustacean,t}$	1.0358*** (0.1839)	5.6300 (0.0000)	1.0587** (0.4222)	2.5100 (0.0120)
$D_{shellfish,t}$	0.6784** (0.2873)	2.3600 (0.0180)	0.6763*** (0.1243)	5.4400 (0.0000)
$D_{mollusca,t}$	0.0066 (0.2743)	0.0200 (0.9810)	0.0693 (0.1001)	0.6900 (0.4890)
$R^2$	Within	0.2362		0.2362
	Between	0.2544		0.2565
	Overall	0.2515		0.2533
F-Stat. (Prob.)		20.0200*** (0.0000)	Wald Chi <sup>2</sup> (Prob.)	31,065.9100*** (0.0000)
$u_i$ test (Prob.)		118.1000*** (0.0000)	Wald Chi <sup>2</sup> (Prob.)	31,065.9100*** (0.0000)
Hausman test (Prob.)				9.1300 (0.1039)
Time test (Prob.)		-		270.5200*** (0.0000)

Note: \*, \*\*, \*\*\* mean that model is statistically significant under 10%, 5%, 1% critical values respectively  
 \*, \*\*, \*\*\* mean that coefficients of variables are statistically significant under 10%, 5%, 1% critical values respectively  
 \*, \*\*, \*\*\* indicate rejection of  $H_0$  at the 10%, 5%, 1% significance level  
 The  $u_i$  test's null hypothesis( $H_0$ ) is that  $u_i$  is 0  
 The Hausman test's null hypothesis( $H_0$ ) is that  $u_i$  and  $x_i$  are no correlation  
 Time test's null hypothesis( $H_0$ ) is that There is no time characteristic

문이다. 예를 들어 어획량이 많은 경우 수산물 생산가격은 낮게 설정되고, 어획량이 적은 경우 수산물 가격이 높게 설정되는데 본 연구의 분석 결과는 이러한 어획량의 특성을 반영한 결과라고 판단된다.

TAC 어류( $D_{fish,t}$ )의 어획량 증가율은 30.63%, TAC 갑각류( $D_{crustacean,t}$ )의 어획량 증가율은 188.26%, TAC 패류( $D_{shellfish,t}$ )의 어획량 증가율은 96.66%로 추정되었으며, TAC 연체동물류( $D_{mollusca,t}$ )는 추정된 계수가 유의하지 않아 분석 결과를 신뢰할 수 없었다. 유의하게 추정된 계수를 해석해보면 TAC 도입으로 인해 대상어종의 어획량은 증가한 것을 확인할 수 있다.

하지만 추정 결과에서는 증가한 것으로 나타난 TAC 어류의 실제 어획량은 큰 비중을 차지하는 고등어 어획량의

영향으로 인해 감소하였는데, 이는 TAC 어류인 전갱이와 도루묵의 어획량이 증가가 고등어 어획량 감소를 상쇄시킨 결과로 판단된다. 그리고 TAC 갑각류와 TAC 패류 추정치는 DID분석의 결과와 유사하게 나타나 TAC 갑각류와 TAC 패류의 어획량이 제도 도입으로 인해 증가하였음을 다시 확인할 수 있다.

이상의 분석결과를 통해 본 연구에서는 TAC 제도가 TAC 어종의 어획량에 미치는 영향을 살펴보았다. 분석대상인 8개 TAC 어종 중 붉은대게와 꽃게를 제외한 6개 어종의 DID 추정량이 유의하게 추정되어 유의미한 결과를 확인할 수 있었다. 키조개, 전갱이, 도루묵, 대게 4개 어종은 DID 추정량이 양수(+)로 분석되어 TAC 제도 도입 후 미적용 어종 대비 어획량이 증가한 것으로 나타난 반면,

고등어와 오징어 2개 어종은 DID 추정량이 음수(-)로 분석되어 TAC 제도 도입 후 미적용 어종 대비 어획량이 감소한 것으로 나타났다.

TAC 제도 도입 후 TAC 미적용 어종 대비 어획량이 가장 많이 증가한 어종은 대게로 어획량 Z-점수가 2.9083 증가한 것으로 분석되었으며, 어획량이 가장 많이 감소한 어종은 오징어로 어획량 Z-점수가 1.8065 감소한 것으로 분석되었다. 그리고 유의하게 추정된 7개 어종의 시간변수 중 도루묵을 제외한 6개 어종에서 TAC 제도 도입 후인 최근 어획량 Z-점수가 제도 도입 전보다 감소한 것으로 분석되어, 우리나라 어획량이 과거보다 감소하였음을 확인하였다. 그리고 이원확률효과모형 추정 결과에서도 TAC 어류가 0.2672%, TAC 갑각류가 1.0587%, TAC 패류가 0.6763% 어획량을 증가시키는 것으로 나타나, TAC 제도 도입으로 인해 어획량이 증가하였음을 확인하였다.

TAC 제도는 일반적으로 수산자원의 유지 또는 감소 억제 효과가 존재한다고 알려져 있으며, 이를 달성하기 위해 생물학적 허용어획량(ABC, Acceptable Biological Catch) 수준을 토대로 TAC를 설정하게 된다. 이로 인해 수산자원이 남획 수준에 있을 경우에는 수산자원이 회복될 때까지 TAC가 낮은 수준에서 설정된다. 상기의 분석결과에서는 고등어와 오징어의 어획량이 최근 TAC 미적용 어종 대비 감소한 것으로 분석되어 현재 수산자원이 악화된 수준임을 유추할 수 있었다. 이는 Fig. 2와 Table 5에서도 확인할 수 있는데 특히, 오징어의 경우 최근 5년 어획량 기준 과거 대비 큰 폭으로 감소하였다. 따라서 고등어와 오징어의 어획량을 TAC 제도 도입 이전 수준으로 회복하고, 남획된 수산자원을 회복시키기 위해서는 앞으로도 지속적인 관리와 이를 해결할 대책이 필요할 것으로 판단된다.

## 5. 요약 및 결론

본 연구는 TAC 어종을 대상으로 TAC 제도가 어획량에 미치는 효과를 분석하였다. 분석에 앞서 TAC 제도 도입 전과 후의 어획량 자료가 존재하는 8개 TAC 어종과 75개 TAC 미적용 어종을 선정하였다. 8개 TAC 어종은 TAC 제도 도입 전과 후의 어획량 변화를 단순 비교하였으며, 이를 통해 TAC 제도 도입 후 TAC 어종의 어획량에 어떠한 변화가 있었는지 확인하였다. 그리고 8개 TAC 어종과 75개 TAC 미적용 어종의 어획량 자료를 이용하여 TAC 제도가 TAC 어종의 어획량에 미치는 효과를 확인하기 위해 효과 분석에 자주 활용되는 계량 분석방법인 DID 분석을 실시하였다. 그리고 DID분석의 한계를 보완하기 위해 80개 어종의 어획량과 생산가격 패널자료를 활용하여 패널모형을 추정하였다.

8개 TAC 어종을 대상으로 TAC 제도 도입 전과 후의

어획량을 단순비교한 결과, 고등어, 오징어, 붉은대게, 꽃게의 어획량은 감소한 것으로 나타났으며, 키조개, 전갱이, 도루묵, 대게의 어획량은 증가한 것으로 나타났다. 특히 TAC 어종의 총어획량에서 높은 비율을 차지하는 고등어와 오징어의 어획량이 큰 폭으로 감소하여 전체적인 TAC 어종의 총어획량은 감소한 것으로 확인되었다.

TAC 어종과 미적용 어종의 어획량을 이용한 DID분석 결과에서는 8개 TAC 어종의 모형이 모두 유의하게 추정되었으나, 시간변수, 그룹변수, DID 추정량 등 일부 추정계수가 유의하지 않아 추정치의 신뢰성이 낮게 분석되었다. TAC 제도의 도입 효과를 의미하는 DID 추정량이 유의하게 추정된 어종은 고등어, 키조개, 오징어, 전갱이, 도루묵, 대게로 이 중 고등어와 오징어를 제외한 나머지 4개 어종은 TAC 제도 도입 후 미적용 어종 대비 어획량이 증가한 것으로 분석되었다. 또한 패널모형 추정 결과에서도 추정 계수가 유의하지 않은 TAC 연체동물류를 제외한 TAC 어류, TAC 갑각류, TAC 패류에서 TAC 제도 도입이 어획량을 증가시키는 것으로 분석되었다.

종합적으로 TAC 제도는 TAC 어종인 키조개, 전갱이, 도루묵, 대게의 어획량은 증가시킨 것으로 분석되었지만, 고등어와 오징어의 어획량은 감소시킨 것으로 분석되었다. 따라서 어획량이 감소한 고등어와 오징어에 대해서는 어획량을 증대시키기 위한 대책과 지속적인 수산자원 관리 및 보호 정책이 필요할 것으로 판단된다.

본 연구는 TAC 제도가 TAC 어종의 어획량에 미치는 영향을 어종별로 분석하였다는 점에서 의의가 있다. 또한 본 연구는 TAC 제도 도입 전과 후 TAC 어종의 어획량 단순비교뿐만 아니라 계량경제학적인 분석을 통해 TAC 제도가 TAC 어종의 어획량에 미치는 효과를 확인하였다는 점에서 의의가 있다. 하지만 본 연구의 분석결과는 자원량의 변화가 아닌 어획량 변화만을 활용하여 TAC 제도의 효과를 분석한 결과로 TAC 어종의 어획량 변화를 TAC 제도의 효과로 일반화하기에는 한계가 존재한다. 또한 분석의 시점이 TAC 도입 5년 전과 최근 5년 두 시점으로 상대적으로 짧고, TAC 외 여러 어종의 어획량에 다양한 영향을 미치는 기후변화, 인접국과의 어업협정, 어선감척사업, 금어기·금지체장 등의 수산자원관리의 영향을 고려하지 못했다는 한계가 존재한다.

일례로 최근 오징어 어획량 급감의 경우에는 TAC 제도의 효과라기보다는 기후변화로 인한 수온 상승과 중국어선의 불법어업 등 외부요인의 영향 또한 존재하는 것으로 판단된다. 따라서 향후 연구에서는 어획량만을 고려한 본 연구의 분석 외에 기후변화로 인한 수온 상승 및 중국어선의 불법어업, 인접국과의 어업협정, 금어기·금지체장 등 여러 요인이 TAC 어종의 어획량에 미치는 영향을 고려한 추가적인 연구 또한 필요하다.

## 사 사

본 논문은 한국해양수산개발원의 기본연구 2019-10 “총허용어획량(TAC) 기반 수산자원원관리 강화 방안 연구”의 지원을 받아 수행되었으며, 일부를 수정·보완하였습니다. 본 연구의 수행 과정에서 귀중한 자문을 아끼지 않으셨던 본 저널의 심사위원님들께 깊은 감사를 드립니다.

## 참고문헌

- 국가법령정보센터 (2020) 수산자원관리법. <http://www.law.go.kr/> Accessed 28 Feb 2020
- 김도훈 (2003) 총허용어획량 (TAC) 어업제도에 있어 할당어획량 설정 방식별 경제적 효과분석. *농업경제연구* **44** (4):165-182
- 김봉태 (2017) 도서지역 어촌의 조건불리성 분석: 농림어업 총조사 자료를 이용하여. *수산경영론집* **48**(4):11-25
- 김봉태, 이성우 (2011) 어촌종합개발사업의 정량적 효과 분석. *해양정책연구* **26**(2):75-104
- 류정곤, John MG, 남종오 (2004) 우리나라 ITQ제도 시행을 위한 기반조성 연구. 한국해양수산개발원, 서울, 106 p
- 류정곤, 김대영, 이정삼, 김수진 (2005) 우리나라 TAC 제도의 평가시스템 구축에 관한 연구. 한국해양수산개발원, 서울, 116 p
- 민인식, 최필선 (2013) STATA 패널데이터 분석. (주)지필미디어, 서울, 262 p
- 서효정, 박철형 (2016) DEA를 이용한 붉은대게 어업의 TAC 효과 분석. *인문사회과학연구* **17**(3):433-462
- 우석진 (2018) 정책분석을 위한 STATA. (주)지필미디어, 서울, 272 p
- 정민주, 남종오 (2016) 키조개 TAC 제도의 효과 분석. *수산경영론집* **47**(3):15-33
- 통계청 (2020) 어업생산동향조사. <http://kosis.kr/> Accessed 28 Feb 2020
- 한국성인교육학회 (1998) 교육평가용어사전. (주)학지사, 서울, 306 p
- 한국수산자원공단 (2020) TAC 소개. <https://www.fira.or.kr/fira/main.jsp> Accessed 28 Feb 2020
- Arellano M (2003) Panel data econometrics. Oxford University Press, Oxford, 231 p
- Ashenfelter O, Card D (1984) Using the longitudinal structure of earnings to estimate the effect of training programs. National Bureau of Economic Research No. w1489
- Baltagi BH (2005) Econometric analysis of panel data. John Wiley & Sons, Chichester, 390 p
- Card D, Krueger AB (1994) Minimum wages and employment: A Case study of the fast-food industry in New Jersey and Pennsylvania. *Am Econ Rev* **84**(4):772-793

- Cunningham S, Bennear LS, Smith MD (2016) Spillovers in regional fisheries management: Do catch shares cause leakage? *Land Econ* **92**(2):344-362
- Eissa N, Liebman JB (1996) Labor supply response to the earned income tax credit. *Q J Econ* **111**(2):605-637
- Hausman JA (1978) Specification Tests in Econometrics. *Econometrica* **46**:1251-1271
- Scheld AM, Anderson CM, Uchida H (2012) The economic effects of catch share management: The Rhode Island fluke sector pilot program. *Mar Resour Econ* **27**(3):203-228
- Smith MD, Zhang J, Coleman FC (2006) Effectiveness of marine reserves for large-scale fisheries management. *Can J Fish Aquat Sci* **63**(1):153-164
- Wooldridge JM (2002) Econometric analysis of cross-section and panel data. MIT Press, Massachusetts, 752 p

## 국문 참고자료의 영어 표기

**English translation / Romanization of references originally written in Korean**

- National Law Information Center (2020) Fishery resources management Act. <http://www.law.go.kr/> Accessed 28 Feb 2020
- Kim DH (2003) An economic analysis of the quota allocation strategies in the total allowable catch fisheries policy. *Kor J Agricult Econ* **44**(4):165-182
- Kim BT (2017) An analysis on the less favored condition of fishing village in Korean island regions using census of agriculture, forestry and fisheries. *J Fish Bus Admin* **48**(4):11-25
- Kim BT, Lee SW (2011) Quantitative analysis of the effect of fishing village development project. *Ocean Policy Res* **26**(2):75-104
- Ryu JG, John MG, Nam JO (2004) A study on the establishment of the foundation for the implementation of ITQ system in Korea. Korea Maritime Institute, Seoul, 106 p
- Ryu JG, Kim DY, Lee JS, Kim SJ (2005) A study on the establishment of evaluation system of TAC system in Korea. Korea Maritime Institute, Seoul, 116 p
- Min IS, Choi PS (2013) Pnael data analysis. Jiphimedia, Seoul, 262 p
- Seo HJ, Park CH (2016) A study on the effects of TAC system in red crab fishery using DEA. *Ins Human Soc Sci* **17**(3):433-462
- Woo SJ (2018) STATA for policy analysis. Jiphimedia, Seoul, 272 p

- Jeong MJ, Nam JO (2016) Effectiveness analysis on comb pen shell based on TAC system. *J Fish Bus Admin* 47(3): 15-33
- Korean Statistical Information Service (2020) Fishery production survey. <http://kosis.kr/> Accessed 28 Feb 2020
- Adult and Continuing Education of Korea (1998) Dictionary of educational evaluation terminology. Hakjisa, Seoul, 306 p
- Korea Fisheries Resources Agency (2020) Introduction of TAC system. <https://www.fira.or.kr/fira/main.jsp> Accessed 28 Feb 2020

**Author's Information**

**Seonghyun Sim**

Senior Researcher, Korea Maritime Institute

**Jungsam Lee**

Director of Aquaculture & Fisheries Research Department, Korea Maritime Institute

**Seoyeon Oh**

Researcher, Korea Maritime Institute

---

*Received Apr. 2, 2020*

*Revised Jun. 1, 2020*

*Accepted Jun. 8, 2020*