



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

석사학위논문

제주해역 유자망 어선의 시공간
어획량 분석

제주대학교대학원

어업학과

김 지 희

2021년 7월

제주해역 유자망 어선의 시공간 어획량 분석

지도교수 김 광 일

김 지 희

이 논문을 수산학 석사학위 논문으로 제출함

2021년 7월

김지희의 수산학 석사학위 논문을 인준함

심사위원장 문 일 주

위 원 안 장 영

위 원 김 광 일

제주대학교 대학원

2021년 7월

목 차

LIST OF TABLES	IV
LIST OF FIGURES	V
제 1 장 서론	1
제 2 장 제주시의 유자망 어업 현황 및 문제점	4
2.1 제주도 유자망 어업 현황 조사 및 방법	4
2.2 어획량 변화	4
2.2.1 제주도 수산업 동향	4
2.2.2 제주도 유자망 척수 변화	5
2.3 제주도 유자망 어업 생산량	6
2.3.1 참조기 어업 생산량 변화	6
2.3.2 고등어 어업 생산량 변화	8
2.3.3 옥돔 어업 생산량 변화	10
2.3.4 살오징어 어업 생산량 변화	12
2.4 위관장별 어종의 어획량 분석	14
2.4.1 참조기 어획량 변화	14
2.4.2 고등어 어획량 변화	16
2.4.3 옥돔 어획량 변화	18
2.4.4 살오징어 어획량 변화	20
제 3 장 연구 방법	22

3.1 연구 대상 데이터	22
3.1.1 어선의 위치 발신 장치	23
3.2 AIS 항적데이터 수집	24
3.3 수협위판데이터 수집 및 분석	25
3.4 어획량의 시공간적 분포 평가	27
3.4.1 조업 및 비 조업 식별	28
3.4.2 어선 어항 입항 식별	29
3.5 어획량 데이터의 시공간 분석	30
제 4 장 실험 및 결과	32
4.1 유자망 조업어장 및 수역	32
4.2 연도별 유자망 어선 항적 분석	34
4.3 연도별(월별)·계절별 어획량 분석	37
4.3.1 연도별(월별)·계절별 참조기 어획량 변화	38
4.3.2 연도별(월별)·계절별 고등어 어획량 변화	43
4.3.3 연도별(월별)·계절별 옥돔 어획량 변화	48
4.3.4 연도별(월별)·계절별 살오징어 어획량 변화	53
제 5 장 결론	58
참고문헌	60

LIST OF TABLES

Table 1. Changes in Annual yellow croaker fish catch and production amount in Jeju water areaa	7
Table 2. Changes in Annual mackerel catch and production amount in Jeju water area	9
Table 3. Changes in Annual branchiostegus japonicus catch and production amount in Jeju water area	11
Table 4. Changes in Annual todarodes pacificus catch and production amount in Jeju water area	13
Table 5. Changes in annual yellow croaker catch in Jeju water area	15
Table 6. Changes in annual mackerel catch in Jeju water area	17
Table 7. Changes in annual branchiostegus japonicus catch in Jeju water area	19
Table 8. Changes in annual todarodes pacificus catch in Jeju water area	21
Table 9. Conditions to extract the position of the fishing vessel that are consistent with the operational characteristics of gill net fishing based on AIS data analysis	23
Table 10. Analysis of gill net fishing data collected by AIS data in Jeju water area	24
Table 11. Seafood traceability system of yellow croaker in Jeju water	25
Table 12. Fishing ground by the gill net in Jeju water area	33

LIST OF FIGURES

Fig. 1. Change in the number of gill net fishing boat	5
Fig. 2. Changes in annual yellow croaker fish catch and production amount in Jeju water area	6
Fig. 3. Changes in annual mackerel fish catch and production amount in Jeju water area	8
Fig. 4. Changes in annual branchiostegus japonicus fish catch and production amount in Jeju water area	10
Fig. 5. Changes in annual todarodes pacificus fish catch and production amount in Jeju water area	12
Fig. 6. Changes in annual yellow croaker catch in Jeju water area	15
Fig. 7. Changes in annual mackerel catch in Jeju water area	17
Fig. 8. Changes in annual branchiostegus japonicus catch in Jeju water area	19
Fig. 9. Changes in annual todarodes pacificus catch in Jeju water area	21
Fig. 10. An analysis of spatio-temporal catch using AIS trajectory data	30
Fig. 11. Location of the gill net fishing ground in Jeju water area	33
Fig. 12. Yearly distribution charts on the appearance frequency of gill net fishing vessels obtained by receiving and analyzing AIS data of vessels around the Jeju island from 2017	35
Fig. 13. Yearly distribution charts on the appearance frequency of gill net fishing vessels obtained by receiving and analyzing AIS data of vessels	

around the Jeju island from 2018	35
Fig. 14. Yearly distribution charts on the appearance frequency of gill net fishing vessels obtained by receiving and analyzing AIS data of vessels around the Jeju island from 2019	36
Fig. 15. Yearly distribution charts on the appearance frequency of gill net fishing vessels obtained by receiving and analyzing AIS data of vessels around the Jeju island from 2020	36
Fig. 16. Changes in yellow croaker fish catch in Spring	39
Fig. 17. Changes in yellow croaker fish catch in Summer	40
Fig. 18. Changes in yellow croaker fish catch in Autumn	41
Fig. 19. Changes in yellow croaker fish catch in Winter	42
Fig. 20. Changes in mackerel fish catch in Spring	44
Fig. 21. Changes in mackerel fish catch in Summer	45
Fig. 22. Changes in mackerel fish catch in Autumn	46
Fig. 23. Changes in mackerel fish catch in Winter	47
Fig. 24. Changes in branchiostegus japonicus fish catch in Spring	49
Fig. 25. Changes in branchiostegus japonicus fish catch in Summer	50
Fig. 26. Changes in branchiostegus japonicus fish catch in Autumn	51
Fig. 27. Changes in branchiostegus japonicus fish catch in Winter	52
Fig. 28. Changes in todarodes pacificus fish catch in Spring	54
Fig. 29. Changes in todarodes pacificus fish catch in Summer	55
Fig. 30. Changes in todarodes pacificus fish catch in Autumn	56
Fig. 31. Changes in todarodes pacificus fish catch in Winter	57

제 1 장 서론

제주 대표 어업인 유자망 어업은 직사각형의 띠 모양의 그물에 상부에는 뜰과 같은 부력재를 달고, 하부에는 발돌과 같은 침강재를 달아 그물이 수직으로 전개 되도록 구성된 어구를 사용하는 어업으로 어선 어업 중에서 해역별 분포지역이 광범위하고, 어선 척수도 제일 많다.

유자망의 조업 방법으로는 선수 갑판에 어망을 적재하여 어장으로 이동하고, 어장에 도착하면 선박을 투망 속도에 맞추어 저속으로 전진하며 선미에서 어망을 투망하여 조업한다. 투망이 완료되면 약 1~2 시간 후 또는 일정 기간이 지난 후 양망기로 어망과 어획물을 선수 갑판 위에 적재하여 어항으로 이동하고, 이동 중 또는 어항에 도착하여 어획물을 분리하고 어망 파손 부분을 보수작업 한다.

제주특별자치도는 2021년 1월 제주도내 지구별 수협 위판 실적을 토대로 조사한 결과 2020년 12월 말 기준 수산물 위판현황을 보면 5만9천288톤에 5천310억원으로 지난 2019년의 4만3천873톤 3천133억원에 비해 물량은 26% 판매액 41%가 각각 증가했다고 밝혔다. 제주도는 지난해 위판물량과 판매액이 크게 늘어난 것은 조기 및 고등어 등 주요 어종 생산량 증가로 보고 있다.

제주 유자망 어업의 대표 어종으로는 참조기, 고등어, 옥돔, 살오징어 등이 있다. 전국 수협의 위판장 및 공판장을 통해 이루어지는 계통 판매량과 수협을 통하지 않는 개인적 거래인 비계통 판매량을 표본 및 전수조사 방식을 통해 조사한 자료인 2018년 4분기 『어업생산동향조사』에 따르면 어업생산량은 총 26,543톤으로 전년대비 28.6% 상승하였다. 그 중 참조기의 생산량은 4,987톤으로 전년대비 4.1%로 상승하였다. (통계청, 2018)

현재 제주시 관내에서 조업 중인 유자망 어선은 127척이다. 2013년 제주시 관내 70여척이었던 유자망 어선은 81% 증가하였다. 127척 중 20여척은 서해안을 중심으로 오징어 조업 중이다. 나머지 100여척은 추자도 근해와 마라도 해역을 중심으로 조업 중이다. 유자망 어선은 월 평균 2회 조업(회당 10~12일)에 나서고 있다.

특히 참조기 같은 경우, 다른 어업에서도 어획하고 있지만, 참조기 어획량의 50% 이상이 유자망에 의해 어획되고 있을 만큼, 참조기 자원을 지속적으로 이용하기 위해서는 유자망 어업의 적절한 어획노력량을 유지할 필요가 있다.(수산해양기술연구, 2019)

또한 제주 연근해에 참조기 어장이 형성돼 자망어선의 활발한 조업이 이뤄지고 있다. 이렇듯 제주에서 유자망 어업은 매우 중요한 비율을 차지하고 있지만, 정확한 어선 항적 패턴을 분석하고 어획량을 분석하는 방안은 고려되고 있지 않은 실정이다. 지속 가능한 어업을 추구하기 위해서는 어업에 대한 모니터링이 필수적으로 요구되는 활동임에도 불구하고 실정은 그렇지 않다.

유자망 어업은 기존의 개인적 거래 판매량 표본 및 수협 위판 자료에 의존하기 때문에 정확한 어획량을 측정한 시공간 데이터가 부족하여 수산자원 관리, 어황 예측, 어선의 월별 조업 현황, 어족자원관리 등을 알기 어렵다. 기존 수산자원 조사는 해역에서 직접 채취하는 직접조사 보다 설문조사나 수협위판량을 통해 집계하는 간접조사에 의한 방법으로 수행해 왔다.

설문조사 등에 의한 수산 어획량 조사 방법으로 대략적인 어종이나 어획량은 알 수 있지만, 어선이 어느 해역에서 언제, 얼마나 조업하였는지는 알기 어렵고, 참조기의 어획 자원 회복으로 상대적으로 유자망에 의한 어획량이 높게 나타나는 등의 수산자원 공간 분석은 포함되어 있지 않다.

한국해양수산개발원에서 발간한 어업 모니터링체제 확립을 위한 기초연구에 따르면 수산자원에 대한 조사·평가 업무는 1960년대 초부터 국립수산과학원과 그 산하 지역수산연구소에 의해 수행되고 있으며, 아직 자원 평가를 위한 과학적 기초자료의 축적이 충분히 이루어지고 있지 않다. 과학적으로 보다 정밀한 자원 평가를 위해서는 해양조사와 생물학적 조사가 충분히 이루어져야 하지만, 국내에서는 인력과 장비, 예산의 부족으로 이러한 조사 활동이 충분히 이루어지지 못하고 있다.

또한 수산자원 및 생태계에 대한 모니터링 활동의 수행에 필요한 인적, 물적 기반이 외국과 비교할 때 매우 취약하며, 생태계 기반의 어업관리를 위한 조사·연구체제가 구축되어 있지 않는 실정이다.(한국해양수산개발원, 2004)

한국해양수산개발원에 따르면 국내 어업 모니터링 체제에 대한 평가는 전반적으로 모니터링 결과의 신뢰성이 크게 떨어지는 것으로 평가된다. 선진국 사례와 비교할 때 어업 모니터링과 관련한 예산의 뒷받침이 크게 부족한 것으로 평가되고, 어선 및 어업허가 DB 등의 기초적 자료의 부실로 어선단위 모니터링 체제 구축에 한계가 있다.(한국해양수산개발원, 2004)

본 연구는 기존의 어업 모니터링 체제의 단점을 보완하기 위하여 선박자동식별장치(Automatic Identification System)를 활용한 어선 항적 데이터와 어선 수협위판데이터를 활용하여 제주도 주변 해역 조업 어선 데이터 수집 및 분석, 추정 어획량을 산출하고자 한다. 산출된 데이터는 기후변화 시공간 격자와 맵핑하여 기후변화에 따른 제주해역의 어종별, 계절별, 기간별 등 어업 자원 변화에 관한 데이터다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 제주시 유자망 어업 현황 및 문제점을 설명하고, 제 3장 어획량 시공간 데이터 분석의 연구 방법을 제시하고, 제 4장 연구 결과를 통해 유자망 어업의 연도별(월별)·계절별 어획량 변화를 분석하고, 제 5장 결론으로 논문을 마무리 한다.

제 2 장 제주시 유자망 어업 현황 및 문제점

2.1 제주시 유자망 어업 현황 조사 및 방법

제주시 유자망 어업 동향 및 어업 현황 분석은 제주특별자치도 해양수산현황 통계자료(2018)와 제주 수협 위관데이터(공공데이터포털), 어업생산량 변화는 통계청(2018)에 대한 자료를 수집하여 비교 분석하였다.

2.2 어획량 변화

2.2.1 제주시 수산업 동향

우리나라 최남단에 위치한 제주도 주변 해역은 대마난류와 황해난류가 동서로 감싸면서 북상하고 계절에 따라 중국대륙연안수, 남해연안수, 황해저층냉수대 등 성질이 서로 다른 여러 수괴의 영향을 복잡하게 받고 있으며, 연안 수역의 표층 수온 범위는 약 12℃~30℃ 로 2월 하순경에 최저, 8월 중순경에 최고의 수온을 보인다.

해역별로 보면 제주도의 동쪽은 평균 수온보다 낮고 남쪽과 서쪽은 높은 경향을 보이고 있다. 이런 영향으로 제주도 연근해 및 동중국해는 난류성 어족의 회유로 및 월동장이 되므로 수산자원이 다양하게 분포하는 좋은 어장이 형성된다. (제주특별자치도 해양수산현황, 2020)

2.2.2 제주도 유자망 척수 변화

제주시 유자망의 척수 변화는 2014년 근해유자망 63척, 연안유자망 3척으로 총 66척, 2015년 근해유자망 2척, 근해자망 63척으로 총 65척, 2016년 근해자망 73척, 연안자망 3척으로 총 76척, 2018년 근해자망 107척, 연안자망 2척으로 총 109척, 2019년 근해자망 104척, 연안자망 1척으로 총 105척이다. 시간이 지남에 따라 제주도 유자망 척수도 증가하였다.

Fig. 1은 유자망 척수 변화이다.

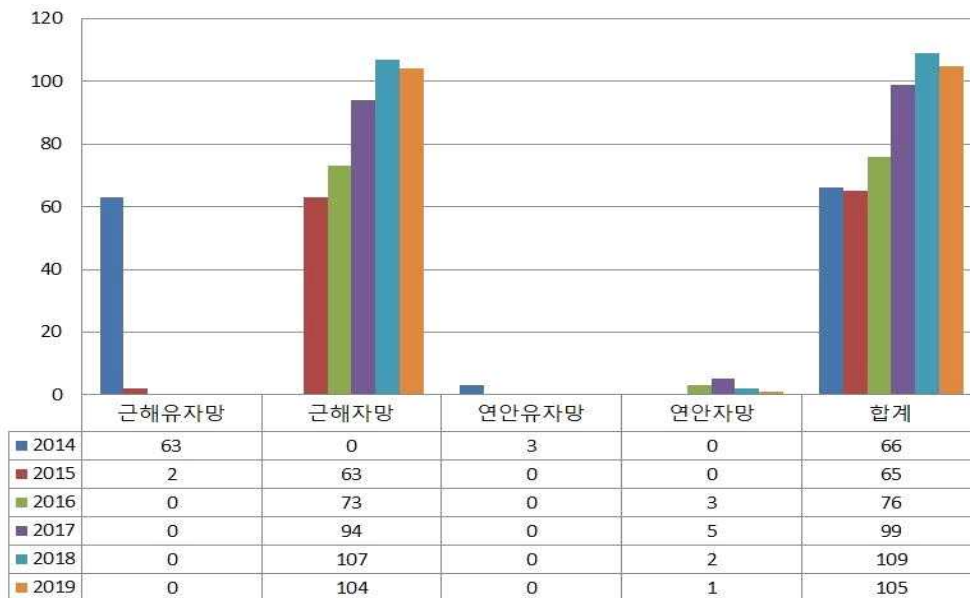


Fig. 1. Change in the number of gill net fishing boat.

2.3 제주시 유자망 어업 생산량

2.3.1 참조기 어업 생산량 변화

제주특별자치도에서 발행한 ‘제주도 해양수산현황’에 따른 제주시의 연간 참조기 생산량과 생산금액의 변화를 분석한 결과를 Fig. 2와 Table. 1로 나타냈다. 최근 참조기 어획량이 2016년도 6,587톤에서 2019년 9,327톤으로 참조기 어획량이 ‘16년부터 지속적으로 증가하였으며, 급격한 어획량 증가에 대한 자원상태 모니터링 및 어획량 관리가 필요한 시점이다. (제주특별자치도 해양수산현황, 2020)

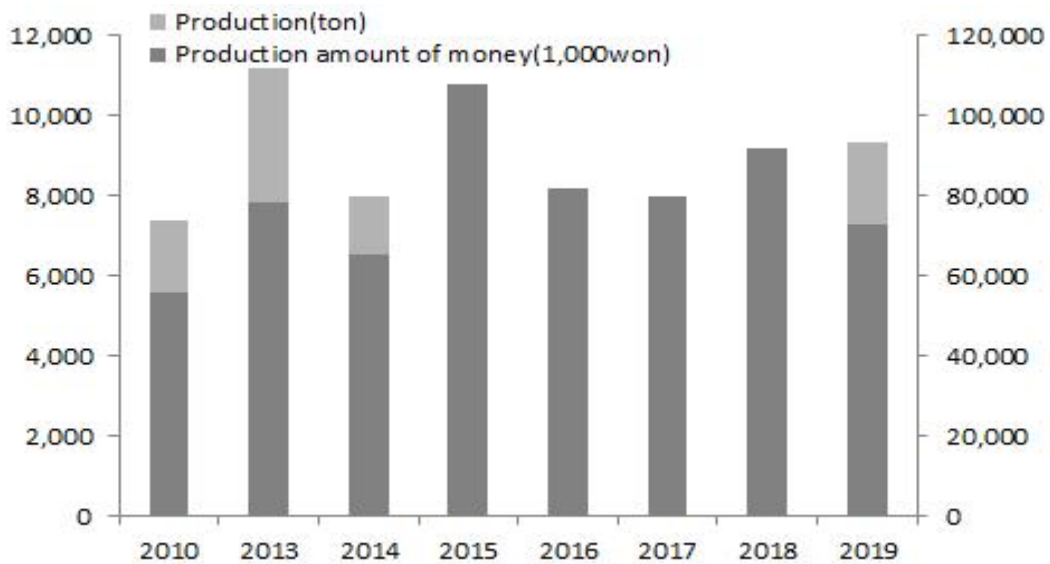


Fig. 2. Changes in annual yellow croaker fish catch and production amount in Jeju water area.

Table 1. Changes in Annual yellow croaker fish catch and production amount in Jeju water area.

year	production (ton)	Production amount of money(1,000 won)	Present change production year ago(%)	Percent change production amount of money year ago(%)
2010	7,393	55,779	-	-
2013	11,184	78,609	51%	41%
2014	7,974	65,260	-29%	-17%
2015	9,129	108,052	14%	66%
2016	6,587	81,909	-39%	-24%
2017	6,552	79,749	-1%	-3%
2018	8,371	91,921	28%	15%
2019	9,327	73,108	11%	-20%

2.3.2 고등어 어업 생산량 변화

제주특별자치도에서 발행한 ‘제주도 해양수산현황’에 따른 제주시의 연간 고등어 생산량과 생산금액의 변화를 분석한 결과를 Fig. 3과 Table. 2로 나타냈다. 최근 고등어 어획량이 2010년도 1,938톤에서 2018년 6,431톤으로 고등어 어획량이 ‘10년부터 지속적으로 증가하였다.(제주특별자치도 해양수산현황, 2020)

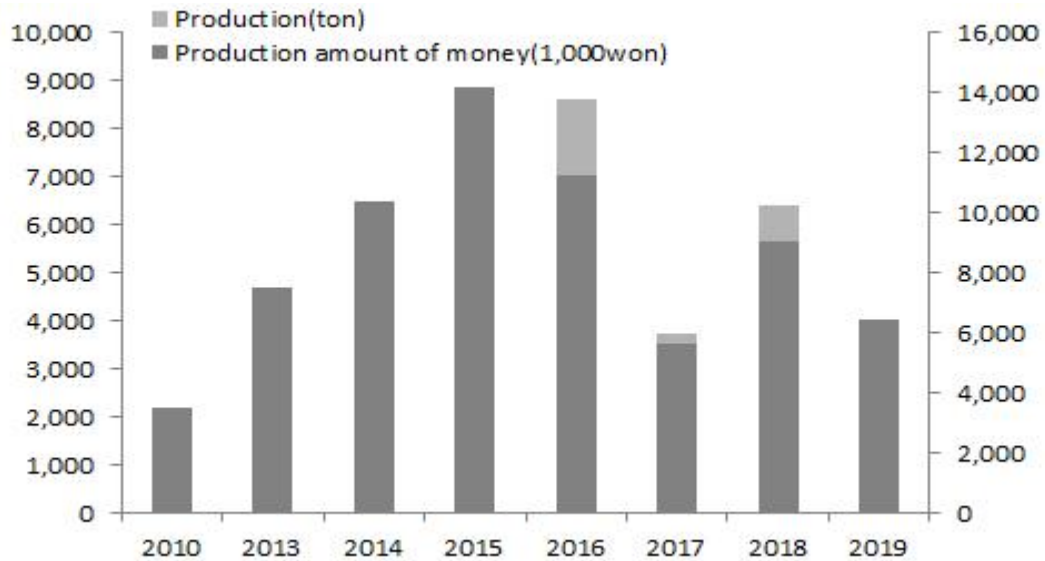


Fig. 3. Changes in annual mackerel fish catch and production amount in Jeju water area.

Table 2. Changes in Annual mackerel catch and production amount in Jeju water area.

year	production (ton)	Production amount of money(1,000 won)	Present change production year ago(%)	Percent change production amount of money year ago(%)
2010	1,938	3,515	-	-
2013	4,059	7,495	109%	113%
2014	4,696	10,367	16%	38%
2015	8,399	14,173	79%	37%
2016	8,628	11,269	3%	-20%
2017	3,718	5,671	-57%	-50%
2018	6,413	9,031	72%	59%
2019	2,984	6,437	-53%	-29%

2.3.3 옥돔 어업 생산량 변화

제주특별자치도에서 발행한 ‘제주도 해양수산현황’에 따른 제주시의 연간 옥돔 생산량과 생산금액의 변화를 분석한 결과를 Fig. 4와 Table. 3로 나타냈다. 최근 옥돔 어획량은 2013년도 1,529톤에서 2018년 927톤으로 옥돔 어획량이 ‘13년부터 지속적으로 감소하였다.(제주특별자치도 해양수산현황, 2020)

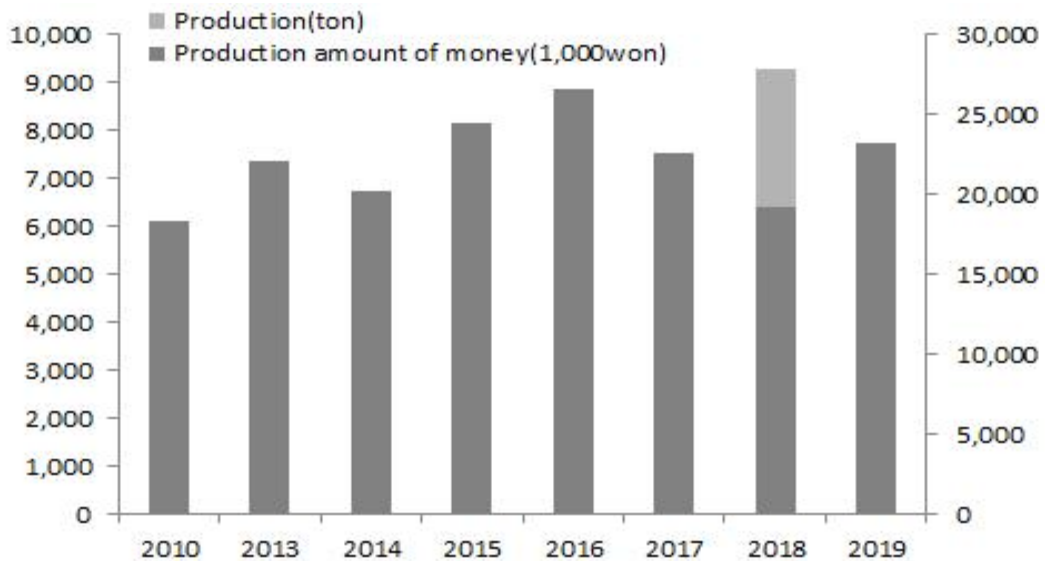


Fig. 4. Changes in annual branchiostegus japonicus fish catch and production amount in Jeju water area.

Table 3. Changes in Annual branchiostegus japonicus catch and production amount in Jeju water area.

year	production (ton)	Production amount of money(1,000 won)	Present change production year ago(%)	Percent change production amount of money year ago(%)
2010	1,259	18,289	-	-
2013	1,529	22,065	21%	21%
2014	1,481	20,167	-3%	-9%
2015	1,539	24,512	4%	22%
2016	1,488	26,554	-3%	8%
2017	1,325	22,534	-11%	-15%
2018	9,270	19,195	600%	-15%
2019	1,155	23,183	-88%	21%

2.3.4 살오징어 어업 생산량 변화

제주특별자치도에서 발행한 ‘제주도 해양수산현황’에 따른 제주시의 연간 살오징어 생산량과 생산금액의 변화를 분석한 결과를 Fig. 5와 Table. 4로 나타냈다. 최근 살오징어 어획량은 2013년도 2,620톤에서 2019년 1,521톤으로 살오징어 어획량이 ‘13년부터 지속적으로 감소하였다.(제주특별자치도 해양수산현황, 2020)

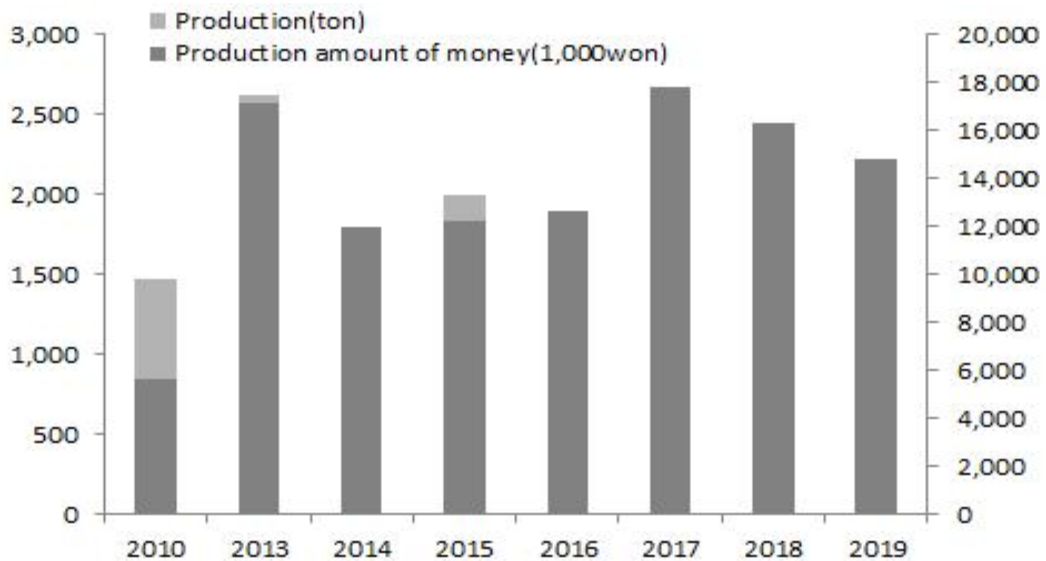


Fig. 5. Changes in annual *todarodes pacificus* fish catch and production amount in Jeju water area.

Table 4. Changes in Annual *todarodes pacificus* catch and production amount in Jeju water area.

year	production (ton)	Production amount of money(1,000 won)	Present change production year ago(%)	Percent change production amount of money year ago(%)
2010	1,467	5,635	-	-
2013	2,620	17,179	79%	205%
2014	1,414	11,982	-46%	-30%
2015	1,992	12,253	41%	2%
2016	1,429	12,642	-39%	3%
2017	1,831	17,813	28%	41%
2018	1,549	16,302	-15%	-8%
2019	1,521	14,777	-2%	-9%

2.4 위관장별 어종의 어획량 분석

제주시 유자망 어업의 위관장별 어획량 변동 수치는 통계청에서 발표한 제주도 어업생산동향조사, 통계청의 기후(수온)변화에 따른 주요 어종 어획량 변화, 제주특별자치도 6개 수산업협동조합(제주시수산업협동조합, 성산포수산업협동조합, 모슬포수산업협동조합, 한림수산업협동조합, 서귀포수산업협동조합, 추자도수산업협동조합)의 2014년~2020년의 수협 위관 자료를 받아 엑셀에 입력하여 어느 위관장에서 얼마나 어획하였는지 분석하였다.

2.4.1 참조기 어획량 변화

Table. 5와 Fig. 6을 살펴보면 참조기는 6개의 수산업협동조합에서 위관한다. 그 중에서도 한림수산업협동조합에서 가장 많이 위관하였고, 연도별로 꾸준히 어획량이 증가했다는 것을 알 수 있다.

기후변화에 따른 어획량 변화를 살펴보면 1850년대부터 경제 및 인구성장 등 다양한 원인으로 인해 지구 온난화가 심화 되어 왔으며, 수온 상승으로 1990년 이후, 연근해 해역의 어획량이 변하였는데 참조기 어획량도 같이 증가하였다.

(통계청, 어업생산동향조사 2018)

Table 5. Changes in annual yellow croaker catch in Jeju water area (unit : ton).

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
제주시수산업협동조합	99	0	3	337	855	1,145	64
성산포수산업협동조합	886	1,211	574	243	622	680	48
모슬포수산업협동조합	1,057	1,188	532	388	1,076	996	80
한림수산업협동조합	6,910	4,859	3,838	2,938	4,642	5,410	438
서귀포수산업협동조합	202	9	57	1	0	231	0
추자도수산업협동조합	1,222	697	353	247	712	954	17

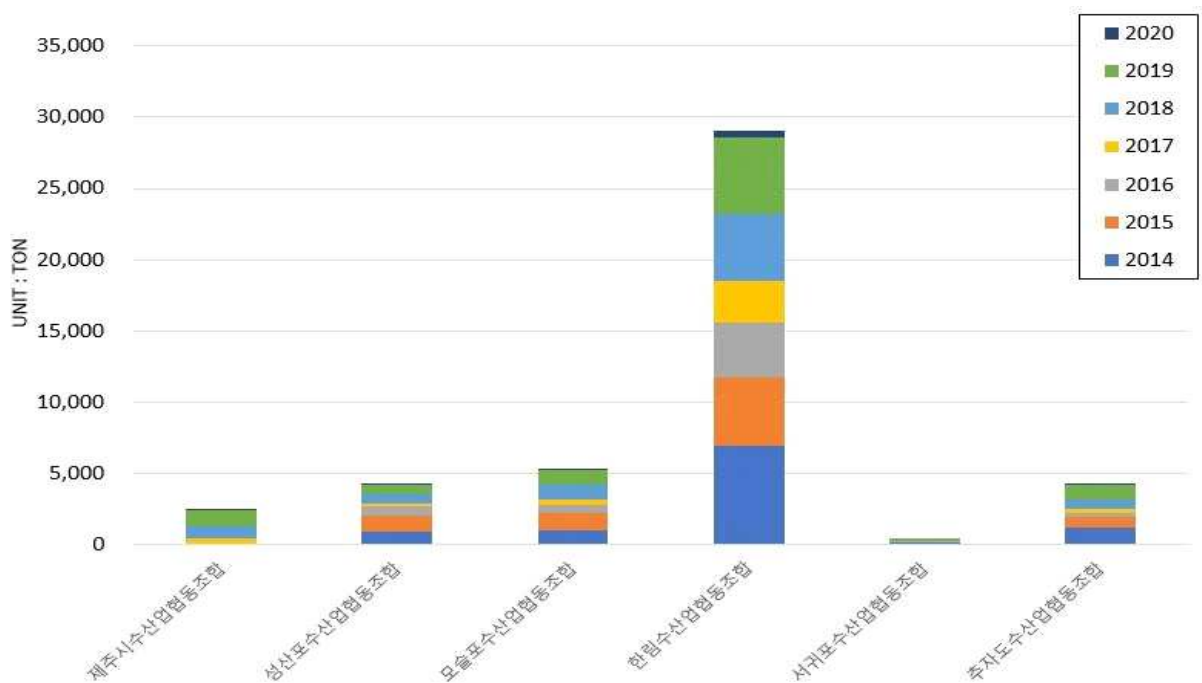


Fig. 6. Changes in annual yellow croaker catch in Jeju water area.

2.4.2 고등어 어획량 변화

Table. 6과 Fig. 7을 살펴보면 고등어 6개의 수산업협동조합에서 모두 위관한다. 그 중에서도 한림수산업협동조합에서 가장 많이 위관했고, 2018년 이후 어획량이 꾸준히 증가함을 보였다.

이는 전 세계적 이상기후 발생과 한반도 주변 해역의 표층 수온 변화 등으로 인하여 영양염류, 먹이생물 등 어장환경이 변화하면서 우리나라 연근해 해역의 주요 어종 어획량 변화가 발생한 것으로 추정된다. 제주도를 중심으로 한 남해안 해면상승이 두드러지고 있으며, 제주도는 연간 0.4~0.6cm 정도의 상승 추이를 보이고 있다.

그 중 고등어는 난류성·회유성 어종으로 최근 기후변화에 따른 온난화로 겨울철 수온 상승에 따른 어획량이 증가함을 보인다.

Table 6. Changes in annual mackerel catch in Jeju water are .(unit : ton).

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
제주시수산업협동조합	0	0	23	44	142	124	58
성산포수산업협동조합	35	66	26	31	25	21	2
모슬포수산업협동조합	5	23	7	7	9	4	10
한림수산업협동조합	287	350	177	258	319	327	264
서귀포수산업협동조합	26	24	16	7	15	8	2
추자도수산업협동조합	23	18	18	10	27	4	0

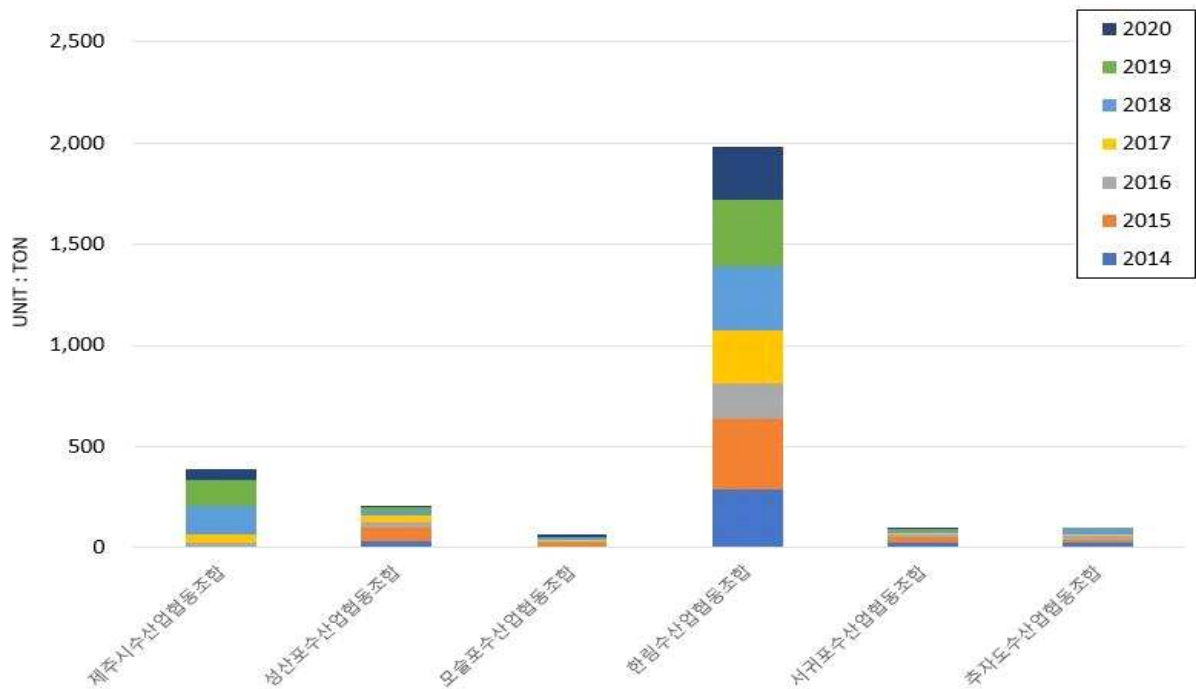


Fig. 7. Changes in annual mackerel catch in Jeju water area.

2.4.3 옥돔 어획량 변화

Table. 7과 Fig. 8을 살펴보면 옥돔은 6개의 수협위관장 중 제주시수산업협동조합, 성산포수산업협동조합, 모슬포수산업협동조합, 한림수산업협동조합, 서귀포수산업협동조합에서 위관하였다. 그 중에서도 한림수산업협동조합에서 가장 많이 위관했고, 2018년에 어획량이 가장 많았다.

옥돔은 수온 변화가 상대적으로 적은 저층에 서식하기 때문에 수온이 상승하여도 어획량 변화에 큰 영향이 없는 어종이었지만, 장기적으로 수온이 상승함에 따라 어장 이동으로 인한 제주도 해역에서 어획량이 점점 줄어들고 있다.

Table 7. Changes in annual branchiostegus japonicus catch in Jeju water area (unit : ton).

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
제주시수산업협동조합	0	0	62	43	101	104	21
성산포수산업협동조합	41	38	24	44	10	10	0
모슬포수산업협동조합	0	0	7	5	2	0	0
한림수산업협동조합	182	176	112	227	143	137	21
서귀포수산업협동조합	184	181	89	119	98	84	10

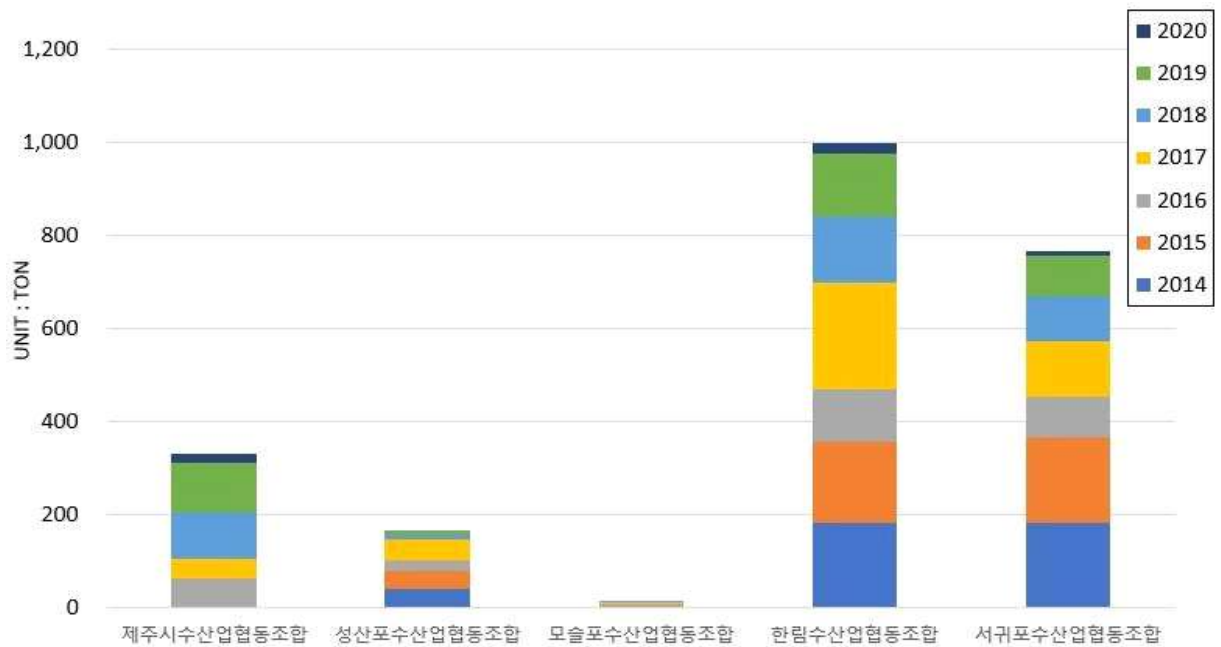


Fig. 8. Changes in annual branchiostegus japonicus catch in Jeju water area.

2.4.4 살오징어 어획량 변화

Table. 8과 Fig. 9를 살펴보면 옥돔은 6개 수산업협동조합에서 모두 위판하였으며, 살오징어는 한림수산업협동조합에서 가장 많이 위판하였다.

기후(수온)증가로 난류성 어종인 살오징어는 그 어획량이 꾸준히 증가하였으나, 2019년 이후 살오징어는 한·중·일이 공동으로 이용하는 수산자원이나, 최근 중국 어선들의 어획활동(북한수역)이 강화되면서 2019년 이후 우리나라의 살오징어 어획량은 급격하게 감소하고 있다.

Table 8. Changes in annual todarodes pacificus catch in Jeju water area (unit : ton).

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
제주시수산업협동조합	0	0	7	23	35	129	45
성산포수산업협동조합	25	55	10	11	6	21	1
모슬포수산업협동조합	5	15	3	2	8	4	2
한림수산업협동조합	58	14	61	95	79	168	65
서귀포수산업협동조합	15	28	11	7	0	5	0

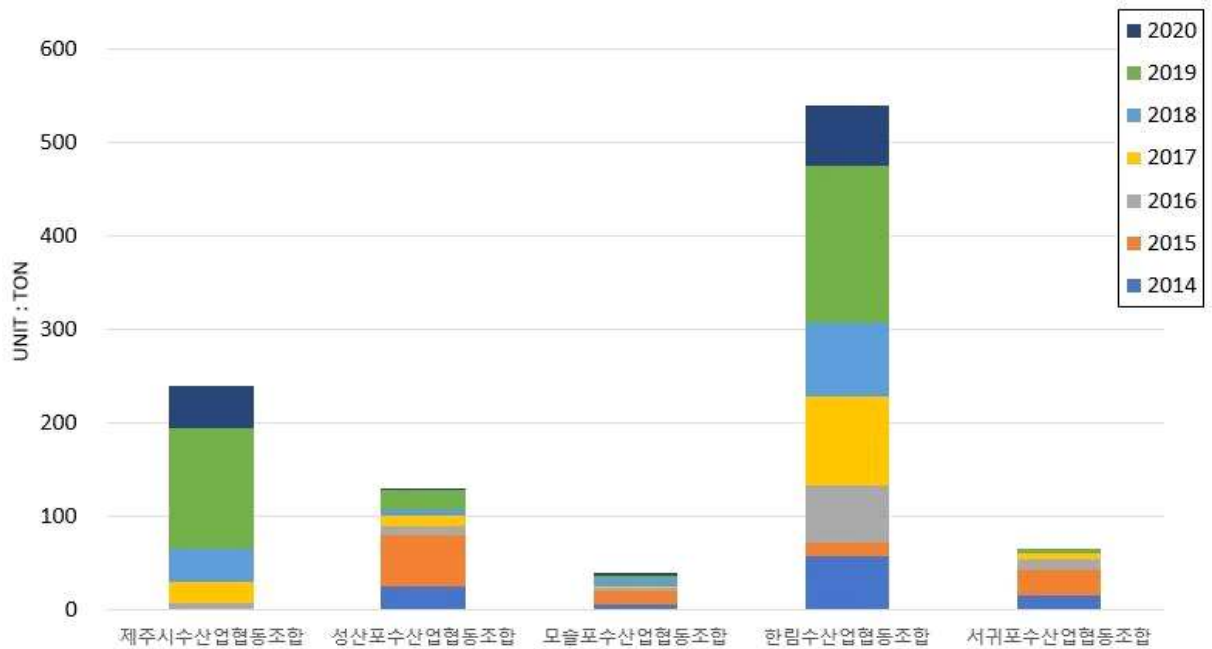


Fig. 9. Changes in annual todarodes pacificus catch in Jeju water area.

제 3 장 연구 방법

3장에서는 수집한 어선 항적데이터에 기반한 어업 활동 분류와 어획량 정보를 추출하여 어획량 데이터의 시공간을 분석한다.

연구 대상 데이터를 특정한 후, 어선의 위치 발신 장치(AIS)를 통해 유자망 어선의 데이터를 수집한다. AIS로 수집한 어선 항적 데이터와 공공데이터포털을 이용하여 수집한 수협위판데이터를 병합한다.

구체적인 연구 방법은 다음 절에서 상세히 기술 하고자 한다.

3.1 연구 대상 데이터

유자망 어선의 조업 특성에 따라 Table. 9와 같이 연구 대상 데이터를 정하였다. 데이터 수집 기간은 2017년~2020년으로 한정하였다.

데이터 수집 범위는 북위 32°00' N~35°00'N, 동경 124°00' E~128°00'E에서 조업하는 AIS를 장착하고 항해하는 연안자망, 근해자망으로 설정하였고, 어선의 항만 입항/조업/비조업으로 구분해서 어획량 분석을 실시 하였다.

Table 9. Conditions to extract the position of the fishing vessel that are consistent with the operational characteristics of gill net fishing based on AIS data analysis.

Item	Criteria
Type of the ship	Gill net fishing
Period	2017~2020
Time	Day & Night (0h~24h)
Grid size	1 NM × 1 NM
Sog	Less than 8 Knot
Observation are Lat.	32°00'N~35°00'N
Lon.	124°00'E~128°00'E
Renewal cycle of MMSI	24Hour

3.1.1 어선의 위치 발신 장치

어선은 어선의 위치 발신 장치는 크게 AIS(Automatic Identification System, 이하 AIS)와 선박패스(V-PASS)로 구별할 수 있다.

「선박안전법」 제 30조 및 선박설비기준 제108조의 6에 따르면 총톤수 10톤 이상의 어선은 AIS 설치 의무화 대상이다.

AIS는 육상과 타 선박에 선원, 종류, 위치, 항해 상태를 포함한 각종 항해 정보와 선박 상태를 자동으로 주변 선박 및 육상기지국에 알리는 시스템이다. 또 AIS는 항행의 안전성과 선박의 효율적인 관리 등, 많은 분야에 이용할 수 있는 큰 가능성을 가지고 있다.

「어선법 시행규칙」 제 42조의 2 제1항에 따른 어선은 V-PASS 설치 의무화 대상이다.

V-PASS 장치를 통해 어선의 위치정보를 모니터링 하는 시스템으로 어선법에 따라 해양사고 발생 시 신속한 대응을 위해 어선의 위치 및 긴급구조 신호를 발신하며 선박안전조업규칙에 따라 어선의 출·입항 신고를 자동으로 처리할 수 있는 장치로서 897MHz 대역의 주파수를 사용하는 무선설비를 말한다.

V-PASS는 보안상 이유로 데이터 수집이 어려우므로 본 연구에서는 AIS 데이터만 사용하였다.

3.2 AIS 항적 데이터 수집

유자망 어선의 항적 데이터를 수집하기 위해서 2017~2020년 동안 제주대학교와 한라산 정상부근에 설치한 AIS 수신기를 활용하였다. 어선의 위치 범위는 제주도를 중심으로한 주변 해역으로 위도 32°00'N~35°00'N, 동경 124°00'E~128°00'E로 설정 하였다.

조건에 만족하여 설정된 어선들만 추출하여 데이터 분석을 실시하였으며, 유자망 어선들의 움직임을 조사하기 위해 유자망 어선의 MMSI 데이터를 수집하여 연도별·월별로 특정 데이터를 분석하였다.

AIS 데이터로 어선의 항적을 분석하였고, 분석한 데이터를 바탕으로 수협에서 제공 받은 위판량과 병합하여 시공간적인 어업 조업 특성을 분석하여 결과를 도출하였다. 제주도 주변 해역에서 조업하는 어선들의 AIS 항해데이터를 수집하였다. Table. 10은 2018년 8월 15일의 AIS 데이터를 수집 한 예제이다.

Table 10. Analysis of gill net fishing data collected by AIS data in Jeju water area.

	datetime	lat	lon	fish	fishing_ship_type	amount	sell_location
23411	2018-08-15 4:05	33.1	125.8	참조기	자망	1.3218924	한림수산업협동조합
23416	2018-08-15 4:05	33	125.8	참조기	자망	37.534787	한림수산업협동조합
23417	2018-08-15 4:05	33.1	125.7	참조기	자망	11.93818	한림수산업협동조합
23418	2018-08-15 4:05	33.4	125.7	참조기	자망	7.2356215	한림수산업협동조합
23419	2018-08-15 4:05	33.4	126.1	참조기	자망	2.9568646	한림수산업협동조합
23420	2018-08-15 4:05	33.4	126	참조기	자망	2.5742115	한림수산업협동조합
23421	2018-08-15 4:05	33.6	126.2	참조기	자망	165.28256	한림수산업협동조합
23441	2018-09-02 8:04	33.5	126	참조기	자망	31.818182	한림수산업협동조합
23443	2018-09-02 8:04	33.6	126	참조기	자망	9.97543	한림수산업협동조합
23444	2018-09-02 8:04	33.5	126.1	참조기	자망	7.7395577	한림수산업협동조합
23445	2018-09-02 8:04	33.7	125.9	참조기	자망	6.3636364	한림수산업협동조합

3.3 수협위판데이터 수집 및 분석

수협위판데이터는 공공데이터포털을 이용하여 수집하며, 수산업과 관련한 어업, 어선, 어업 자원, 수산물 유통 정보 등 수산 관련 가격 및 유통정보 등 다양한 정보로 구성되어 있다. 해양수산부에서는 수협 산지 조합 위판장에서 매일 위판되는 수산물 위판가격 및 위판량 정보, 수협이 보유하고 있는 냉동창고 및 물류센터의 수산물 입출고 및 재고정보와 수산물에 대한 수·출입 정보 등 수산물 유통 및 수·출입 정보 183개 항목, 약 5 천만건을 개방하고 있다. 이를 통해 수산물의 가격동향, 수산물 수출입 유통기한, 수·출입 동향 파악에 필요한 자료를 제공받아서 월별·일자별로 저장할 수 있다.

수협위판데이터는 위판일자, 산지조합코드, 위판장 코드, 위판장명, 수산물 표준코드, 수산물표준코드명, 어종상태코드, 어종상태명, 업종명, 위판수량, 위판중량, 위판단가(KG당), 위판금액, 상품규격명, 상품단위명, 데이터 기준일자로 구성되어 있다. Table. 11은 위판량 데이터 자료의 일부이다.

Table. 11. Seafood traceability system of yellow croaker in Jeju water area.

수산물 표준코드	수산물 표준	어종상태 코드	어종상태명	산지조합코드	산지조합명	업종명	위판일자
619601	참조기	20	냉장/신선	370	제주시수산업협동조합	유자망	20210430
619601	참조기	20	냉장/신선	370	제주시수산업협동조합	근해자망	20210430
619601	참조기	20	냉장/신선	370	제주시수산업협동조합	유자망	20210430
619601	참조기	20	냉장/신선	370	제주시수산업협동조합	유자망	20210430
619601	참조기	20	냉장/신선	370	제주시수산업협동조합	유자망	20210430
619601	참조기	20	냉장/신선	370	제주시수산업협동조합	근해자망	20210430
619601	참조기	20	냉장/신선	370	제주시수산업협동조합	유자망	20210430
619601	참조기	20	냉장/신선	370	제주시수산업협동조합	유자망	20210430

이 데이터는 매일 아침 수협 위판장에서 수협 경매사들이 어종의 대야 개수, 목적 생산량 입력(KG 단위 기준), 매일 위판되는 모든 품종의 평균 가격을 기록한다.

수협위판데이터의 위판실적 집계는 한국해양수산개발원의 보고에 따르면 연근해어업 생산량 통계 중 산지위판장에서의 경매를 통해 계통 출하되는 생산량에 대해서는 수협의 위판실적을 바탕으로 집계하고 있다. 위판실적보고는 전국 약 200개 수협 산지 위판장에서 전산입력을 통해 이루어지며, 수협 중앙회는 이를 집계하여 해양수산부에 제공하고 있다. 현재 연근해 어업 생산량의 80% 이상이 산지위판장을 통해 출하되고 있는 것으로 추정되는데, 근해어업의 경우에는 일부 중소형업종을 제외하고는 대부분의 생산량이 계통, 출하되고 있다. (한국해양수산개발원, 2004)

3.4 어획량의 시공간적 분포 평가

어선 항적데이터에는 어선의 항행 분포가, 수협위판데이터에는 어항에서 얻은 어획량 데이터가 포함되어 있다. 그러나 이러한 데이터는 완전히 상호 연관되어 있지는 않다. 따라서 본 연구에서는 어선의 항적이 어항에 진입할 때 어획량 판 때 데이터를 조사하여 항적 데이터에서 어획량 정보를 추출하였다. 추출한 어획량 데이터는 어선 활동지인 어장에서 재 할당 되었다.

어선의 상태는 조업, 비 조업, 어항 진입으로 구분하였다. 여기서 조업은 어구를 사용하여 조업 하는 것을 의미한다. 비 조업이란 어항과 어장을 오가는 이동과 어구 설치 후 대기 시간을 말한다. 어항으로 진입이란 어선이 어획물을 팔기 위해 입항 하는 것을 말한다. 이 정보는 항구에서 어선들이 판매한 어획량을 식별 하기 위해 필요하다.

3.4.1 조업 및 비 조업 식별

본 연구에서는 각 어선의 어장 위치 추정과 어장 지역 어획량 추정을 위해 어선 항적 데이터에 기반한 어업 활동 분류가 필수적이다.

어장은 어선이 어획을 하기 위해 어구를 투망하거나 조업하는 지역을 말한다. 어획량은 각 어선의 어획량이 된다. 대부분의 어선들은 어획량 데이터를 위치별, 시간별로 거의 기록하지 않기 때문에 조업 여부와 조업 항적 데이터, 조업 특성 등을 파악했다.

어선은 대상 어종과 어구에 따라 여러 가지 조업 항적을 가지고 있다.

3.4.2 어선 어항 입항 식별

대부분의 어선은 어획량 데이터를 추정할 정보를 따로 기록하지 않기 때문에 자료 파악에 어려움이 있다. 본 연구에서 어획량 데이터를 추정하기 위해 어선의 어항 입항을 식별하는 방법을 고안하였다.

AIS 어선 항적 데이터를 사용하여 실제 어획 구역과 시간으로 데이터를 수집한다. 어선의 입항을 결정하기 위해 어항의 위치 범위를 미리 설정하고 어선의 입항 여부를 확인하였다. 어선은 주로 어획물을 판매할 때 어항에 입항하고 출항하지만 선박으로 물건 공급, 선원 교체, 기상악화 등으로 수시로 드나든다.

어항에서의 어획물 판매에 관한 정보는 개인정보이며, 어장의 데이터를 포함한다. 따라서 어민들은 어획물 정보를 공유하기 꺼려하고, 수집에 어려움을 겪는다.

본 연구에서 어획량 데이터를 통해 어획량을 많이 판매하는 어선 목록을 파악하고 조사를 통해 어항 내 양류 하는 장소와 방법, 시간을 파악했다.

설정된 조건이 충족하면 3.5절에 기술된 바와 같이 어획 구역, 입항 및 출항 시간, 어선 종류와 일치하는 어획량의 평균 값을 적용했다.

3.5 어획량 데이터의 시공간 분석

어획 시간과 어획량을 분석하려면 어선이 조업한 어장 면적과 어획물 판매 시간을 파악해야 한다.

조업 중 선박이 조업할 때 시점 정보를 추출 할 수 있다. 어항에서 판매된 판매 시기와 어획량 데이터는 어선의 GPS 위치가 입항 여부에 기초하여 결정되었다.

어선들이 어항에 들어와 어획물을 어선 조합에 팔았을 때의 자료도 수집하였다.

본 연구에서는 판매 날짜, 판매 위치(어선조합), 어종, 어주, 어선 유형, 중량, 가격 등 어업자원을 평가하기 위한 어획량 데이터를 수집하였다.

어장에서 어획된 어류의 시공간 분포를 추정하기 위하여 실제 어선이 운항한 어장의 위치, 조업 주기의 횟수 및 해당 어획물 정보를 파악하고, 어선 조합에서 제공한 총 어획량은 어장에 할당되는 어획 주기의 수로 나눈다.

구체적인 과정을 설명하기 위하여 어획량 시공간 맵핑화를 Fig. 10으로 나타냈다.

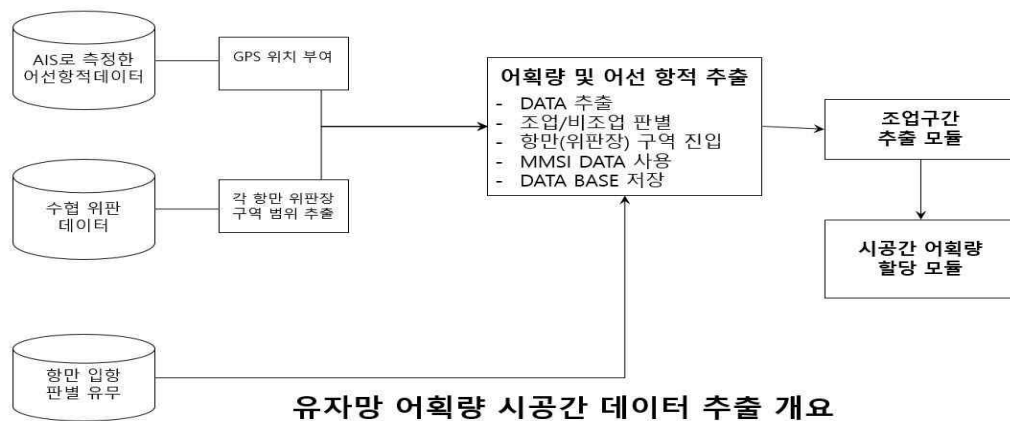


Fig. 10. An analysis of spatio-temporal catch using AIS trajectory data.

수집된 AIS 정보는 정적 항해 정보 (IMO번호, 선명, 호출부호, 선종, 선체의 크기), 동적 항해 정보(시각(UTC), 위도, 경도, 대지침로, 대지속도, 선수방향, 선회율), 항해 관련 정보(홀수, 위험화물의 종류, 목적지, ETA)등이 있다.

수신된 정보는 Database에 저장하고, 유자망 어선의 항적을 추출하여 어획량과 조업패턴을 분석 하였다. 수산물 위판 정보는 수협 산지 조합에서 위판되는 정보를 관리하는 목록으로 기본적인 산지 조합에 대한 기본정보, 위판장에 대한 기본 정보, 위판장별로 위탁 판매되는 수산물에 대한 가격 및 물량 정보에 대한 현황 및 집계 정보를 제공하고 있다. 추출한 어획량 및 어선항적으로 조업구간 추출 모듈을 할당하고 조업 구간을 토대로 시공간 어획량 할당 모듈을 수집한다.

제 4 장 실험 및 결과

4.1 유자망 조업어장 및 수역

참조기 유자망의 어업의 주조업은 9월 추석 전후를 시작으로 참조기 어업이 다음 해 1월 까지 제주도와 추자도 주변 연근해 해역을 중심으로 조업이 이루어지며, 2월 중순을 전후로 동경 126도선을 따라 동중국해 해상까지 내려가 동중국해 해역을 중심으로 조업을 하다 4월 중순이 되면 참조기 어업은 금어기로 끝나고, 4월부터 8월까지의 서귀포 해역에서 옥돔과 살오징어, 고등어 등을 대상으로 자망 조업이 이루어진다.

Fig. 11과 Table. 12를 보면 유자망의 가장 큰 비율을 차지하는 참조기는 제주도를 중심으로 한 주변해역의 221~224, 231~234, 110, 113의 해구에서 조업활동을 한다. 겨울철에는 221, 222, 231, 232 해구에서 조업활동을 한다. 금어기인 4월부터 8월까지의 조업활동을 거의 하지 않는다. 금어기가 끝난 9월부터는 전 해구에 걸쳐서 활발한 조업활동을 하는 것을 알 수 있다. 고등어는 주로 222~224 해구에서 조업활동을 한다.

1년 내내 조업활동을 하고 특히 참조기 금어기인 4월부터 8월까지 활발한 조업활동을 한다. 옥돔은 제주도를 중심으로 한 주변해역의 221~224, 231~234, 110, 113의 해구가 포함되도록 설정하였다. 주로 1월부터 6월까지 활발하게 조업 활동을 한다.

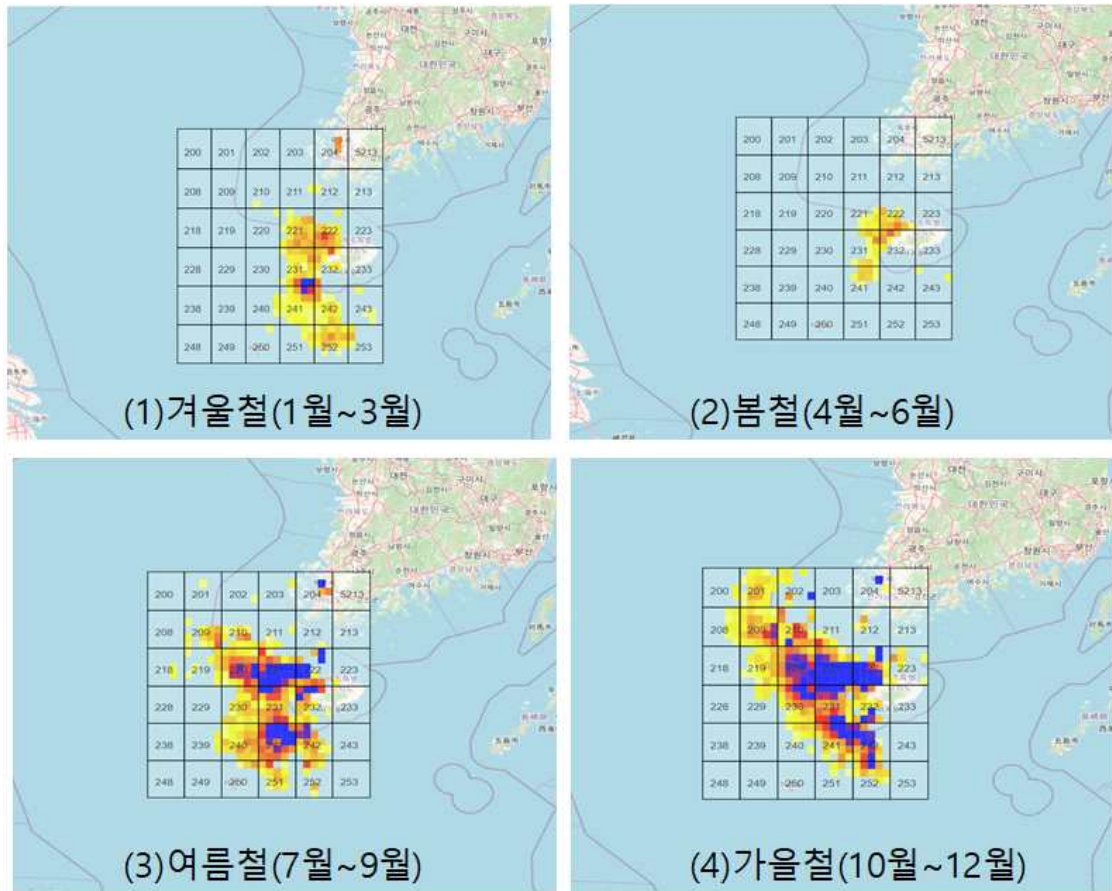


Fig. 11. Location of the gill net fishing ground in Jeju water area

Table. 12. Fishing ground by the gill net in Jeju water area.

구분	Month	Fishery zone
Spring	1 ~ 3	221, 222, 231, 232, 241, 243
Summer	4 ~ 6	208~212, 218~222, 230~232, 239~242, 251~252
Autumn	7 ~ 9	200~204, 208~212, 219~223, 240~242, 251~252
Winter	10 ~ 12	220~222, 230~232, 240~243, 250~253

4.2 연도별 유자망 어선 항적 분석

2017년~2020년의 조업 중인 유자망 어선의 실시간 데이터로 유자망 어선의 항적 변화를 연도별로 나타내었다. 범위는 제주도를 중심으로 위도 32°00'N~35°00'N, 경도 124°00' E~128°00'E로 설정하였다.

관측 기관 동안 수신 된 AIS 데이터를 분석한 결과, Fig.12를 보면 2017년은 가파도와 마라도 남서쪽을 중심으로 유자망 어선이 활발하게 조업하는 것을 볼 수 있다. 2017년도는 2016년도 보다 10여척 증가하여 110여척의 유자망 어선들이 조업을 하였다. 2017년도부터 근해 유자망 어선의 인력 절감과 안전조업을 위하여 자동투·양망기 2억원(10척)이 늘어 조업 능력이 향상 되었다.

2018년은 Fig. 13을 보면 제주 연근해와 동중국해 중심으로 넓은 수역으로 갈치 어장의 형성과 제주 연근해·가거도 부근의 참조기 어장형성이 되어 그림과 같은 유자망 어선 항적이 나타난다.

Fig. 14와 Fig. 15를 살펴보면 2019~2020년은 제주도 서·남·북을 중심으로 넓게 어선 항적이 나타나는 것을 볼 수 있다. 그 이유로는 2019년도부터 제주지역 근해유자망들이 참조기 금어기인 4월부터 8월까지 기존 어구를 오징어 전용 어구로 개량해 오징어 어획을 시작했기 때문이다. 이와 같이 어선들의 AIS데이터를 통해 대략적인 어선의 항적을 알면 어선의 조업 위치, 어선의 항적 패턴 등을 알 수 있다.

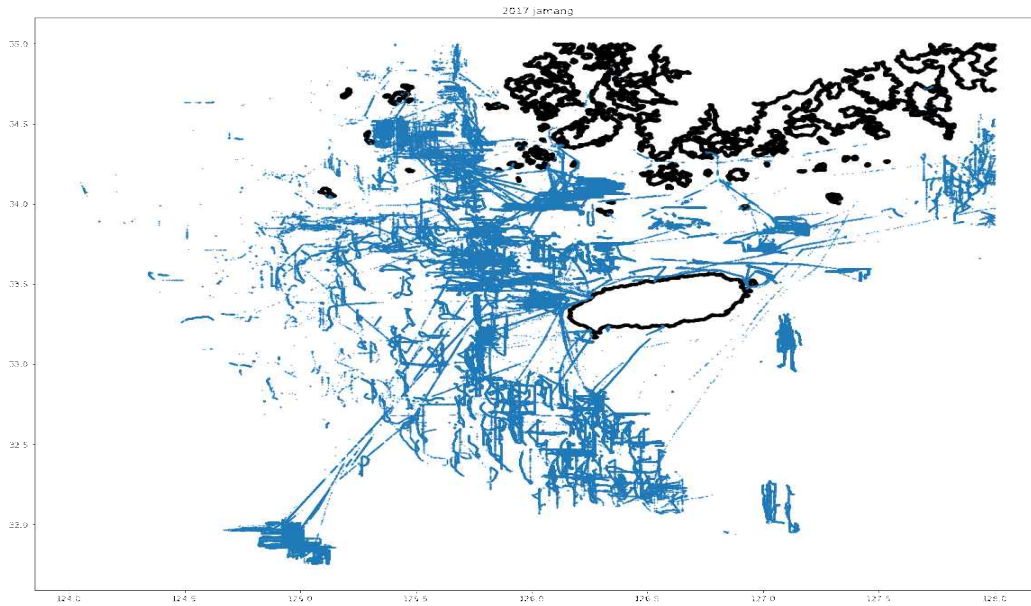


Fig. 12. Yearly distribution charts on the appearance frequency of gill net fishing vessels obtained by receiving and analyzing AIS data of vessels around the Jeju island from 2017.

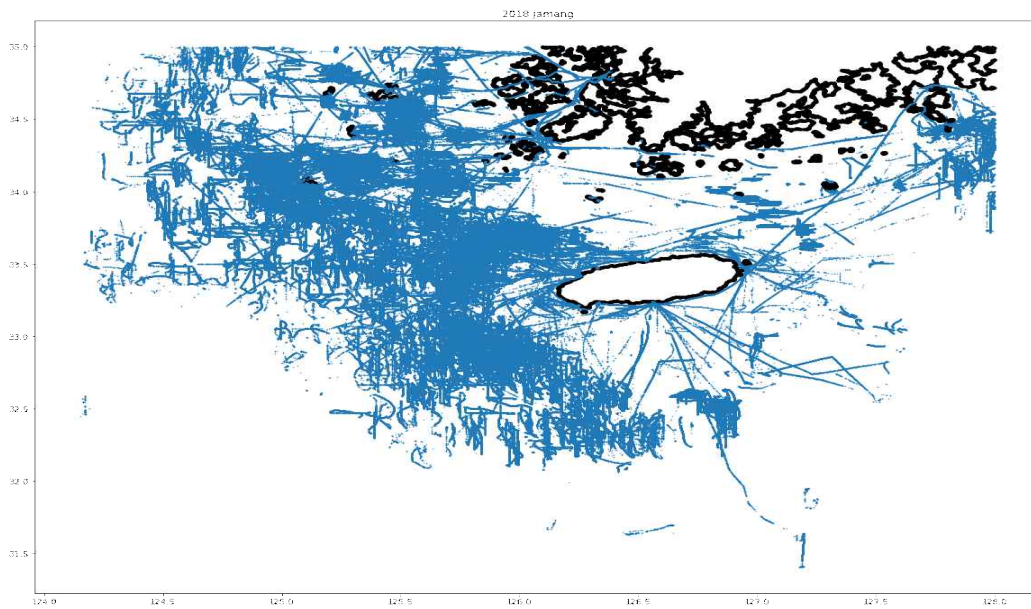


Fig. 13. Yearly distribution charts on the appearance frequency of gill net fishing vessels obtained by receiving and analyzing AIS data of vessels around the Jeju island from 2018.

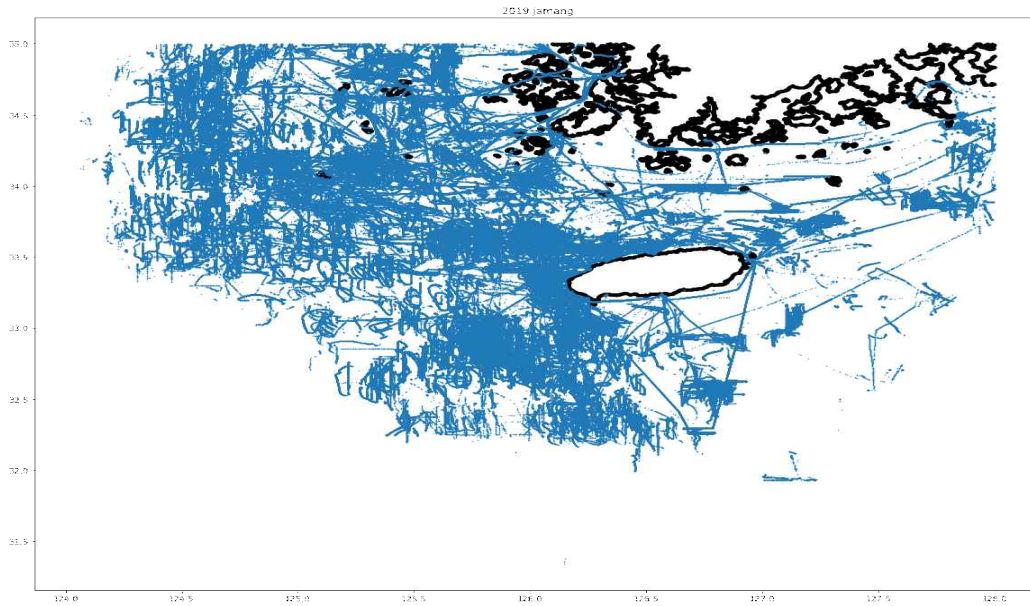


Fig. 14. Yearly distribution charts on the appearance frequency of gill net fishing vessels obtained by receiving and analyzing AIS data of vessels around the Jeju island from 2019.

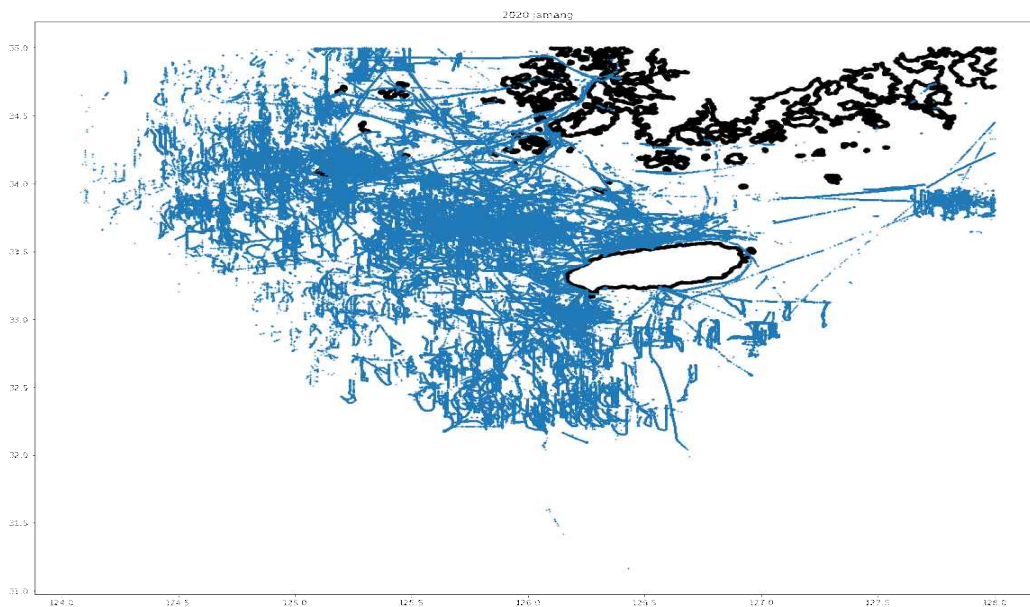


Fig. 15. Yearly distribution charts on the appearance frequency of gill net fishing vessels obtained by receiving and analyzing AIS data of vessels around the Jeju island from 2020.

4.3 연도별(월별) · 계절별 어획량 분석

제주 유자망 어종의 어획량을 시공간적으로 알아보기 위하여, 연도별(월별)·계절별로 분석을 하였다. 먼저 연도별로 1월부터 12월까지 AIS를 장착하고 조업 중인 자망어선을 대상으로 위판한 자료를 갱신하여 어획량을 분석하여 어종별로 그래프로 분석하였다.

유자망으로 어업하는 어종들은 각각 어종마다 금어기가 있고, 수온에 따라 계절별로 따라 어획량이 변화한다. 월별·계절별 어획량 분석을 하기 위해 2017년부터 2020년까지의 수협위판데이터와 AIS 데이터를 수집하여 1~3월(겨울), 4~6월(봄), 7~9월(가을), 10~2월(겨울) 로 설정하여 계절별 어획량 변화를 시공간적으로 분석하였다.

4.3.1 연도별(월별)·계절별 참조기 어획량 변화

참조기는 주로 제주지역에서 많이 분포하며 산란기는 4~6월, 산란수온 12~14℃, 서식수온 7~25℃ 이며, 서식하는 수층은 90m인, 먹이 생물은 요각류, 새우류, 멸치, 어린치어 등을 잡아먹고 서식한다. 참조기 최대 산지인 제주 서남부 해역을 중심으로 조업하는 참조기의 어획량 변화를 분석 하였다.

수산자원관리법시행령 제6조(포획·채취금지)는 참조기 어족자원의 지속적인 번식 보호 및 자원 증강을 위해 근해자망어업 중 유자망을 사용하는 경우에 한정, 해마다 4월 22일부터 8월 10일까지 참조기 어획이 금지된다고 규정하여, 제주도는 2014년도부터 참조기 금어기를 설정했다. 참조기 금어기인 4월 말부터 8월 중순까지는 어획량이 현저히 적은 것을 알 수 있다.

참조기는 금어기가 끝난 9월부터 조업이 활발해진다. 2017년부터 2019년까지 계절별로 Fig. 16~Fig. 19 로 나타냈다.

참조기는 수온 증가로 어획량이 증가하고, '17년 중국 금어기 확대, '19년 중국 어선의 한국 EEZ 입어 조건 강화가 원인 등으로 어획량이 증가하고 있는 것으로 파악된다.

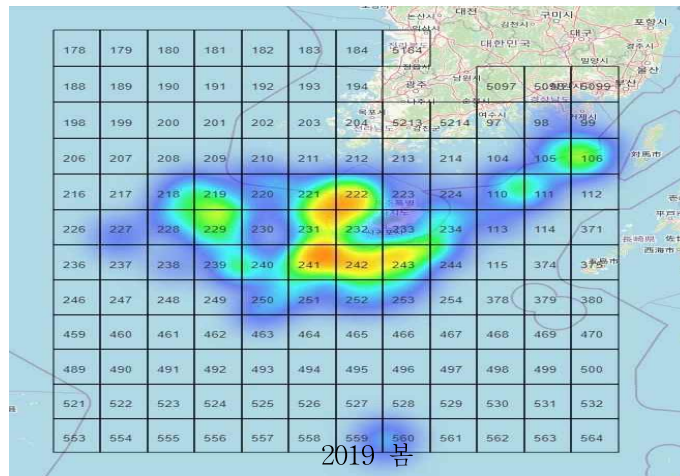
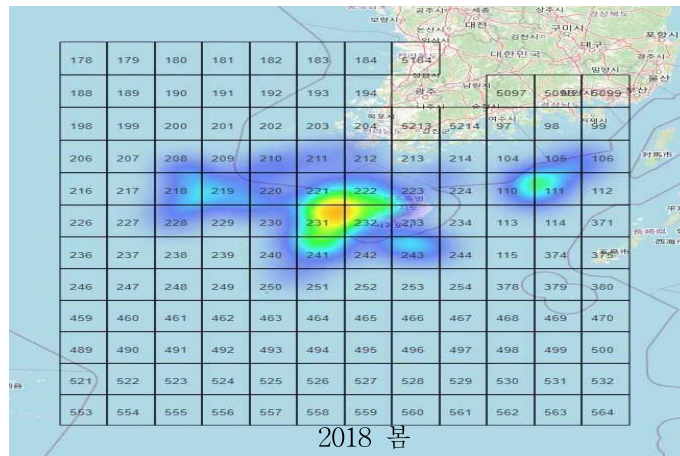
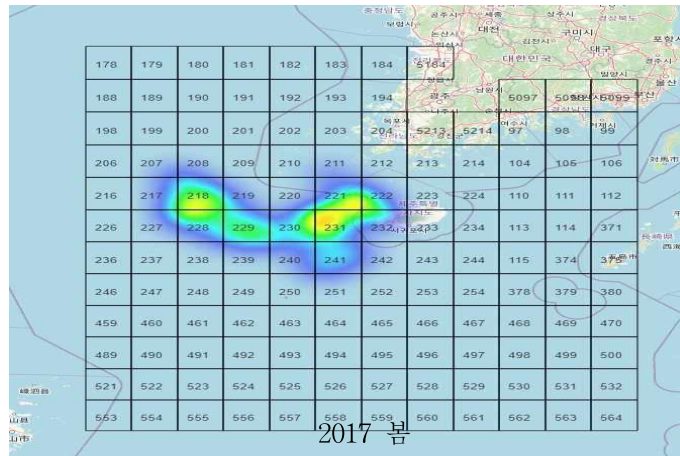


Fig. 16. Changes in yellow croaker fish catch in Spring.

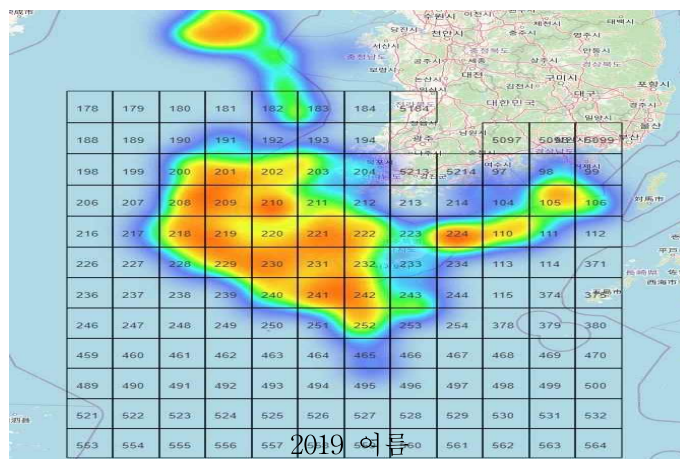
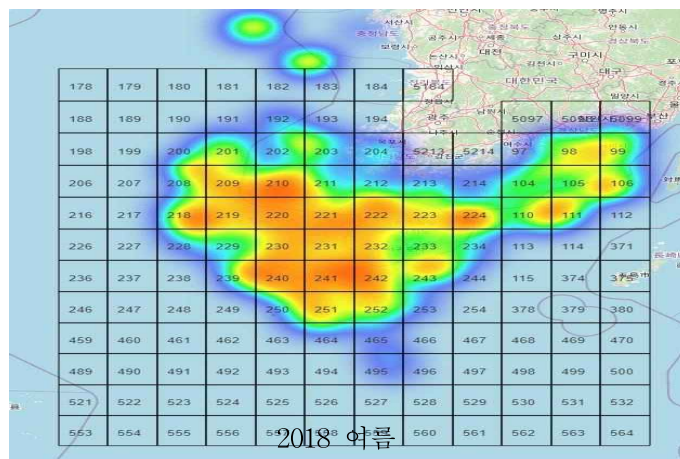
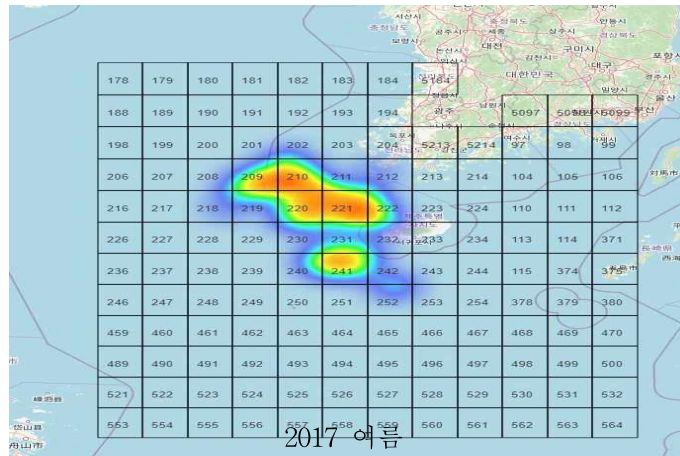


Fig. 17. Changes in yellow croaker fish catch in Summer.

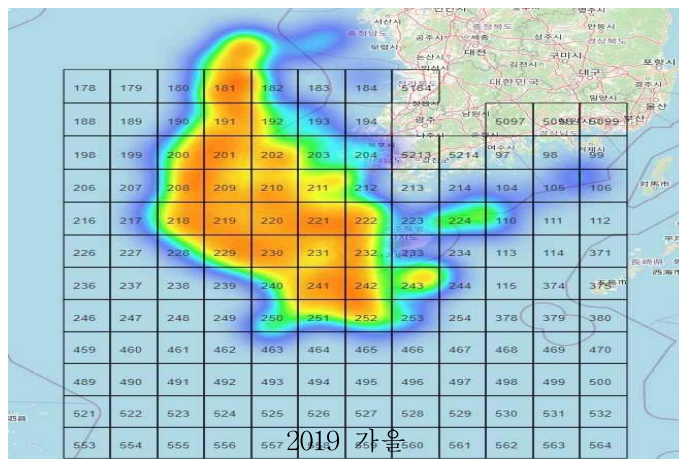
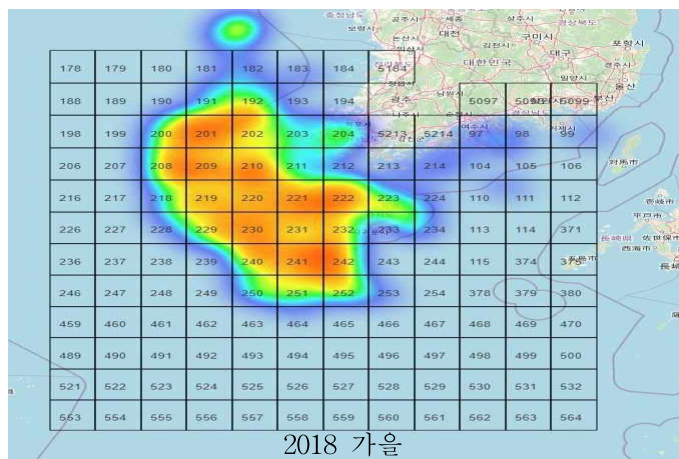
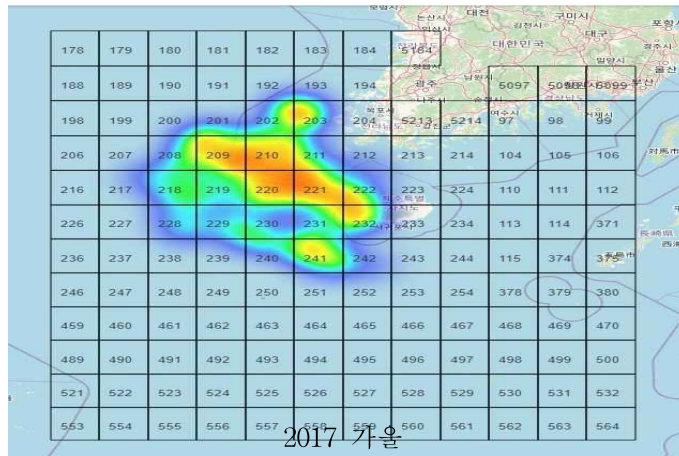


Fig. 18. Changes in yellow croaker fish catch in Autumn.

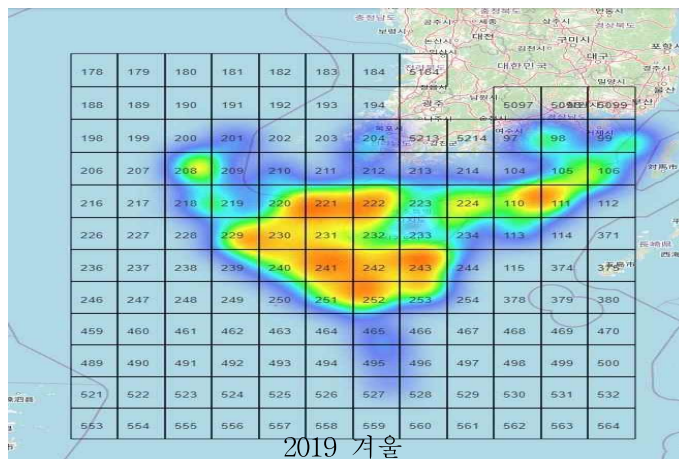
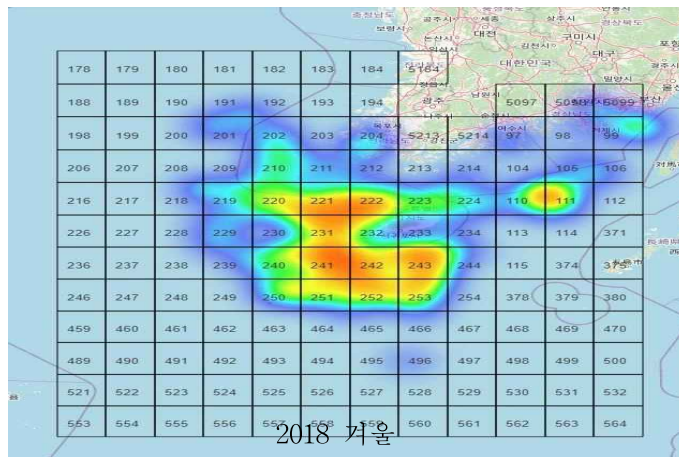
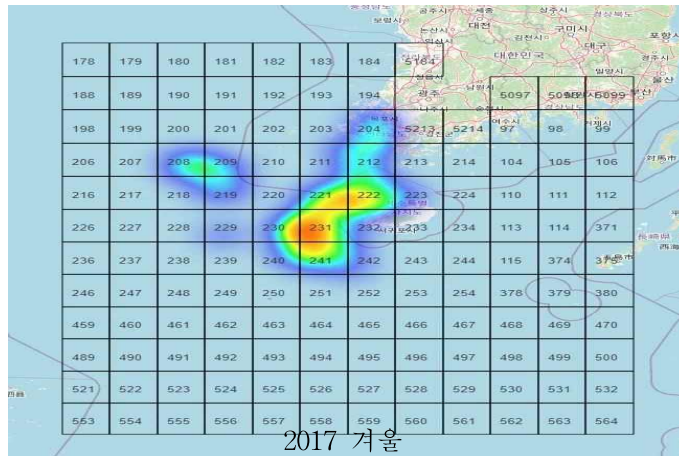


Fig. 19. Changes in yellow croaker fish catch in Winter.

4.3.2 연도별(월별)·계절별 고등어 어획량 변화

고등어는 봄~여름에는 난류를 따라 북쪽으로 이동하여 먹이를 섭취하고, 가을~겨울에는 월동을 위해 남쪽으로 이동한다. 산란은 3~6월에 제주도 주변 해역과 동중국해에서 이루어진다. 고등어 금어기는 매년 음력 3월 15일부터 4월 15일까지다.

“제주 바다 수온이 최근 40년간 1.5도 상승하는 아열대화가 진행되고 있다.”라는 국립수산과학원의 발표가 있었다. 통상적으로 어류에게 수온 1도 변화는 육상생물에게도 변화와 맞먹을 정도로 큰 영향을 미칠 수 있다.

고등어 어획량 변화를 살펴보면 주로 10월에서 이듬해 1월 사이에 많이 어획된다. 고등어는 난류성·회유성 어종으로 기후변화에 따른 온난화로 겨울철 수온 상승에 따라 어획량이 증가하였다. Fig. 20~23을 보면 연도가 지남에 따라 점점 어획량 분포도가 넓어지는 양상을 볼 수 있다.

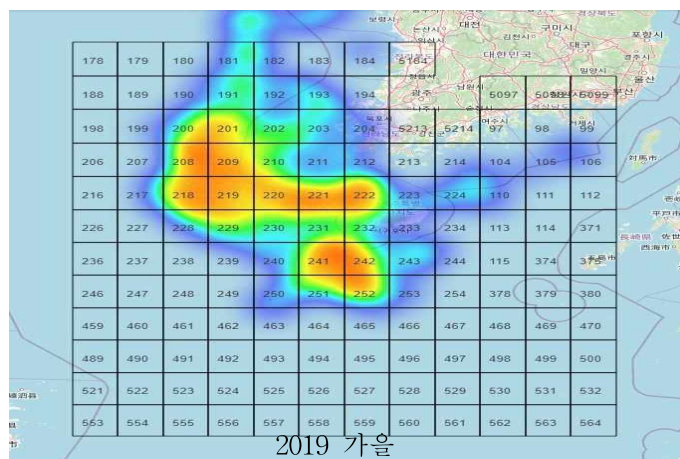
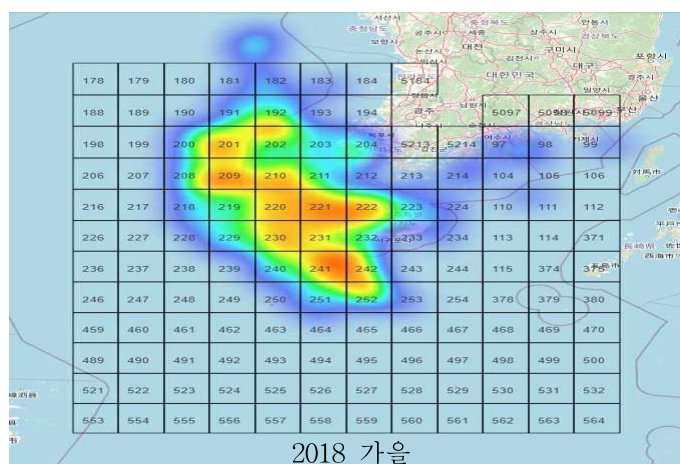
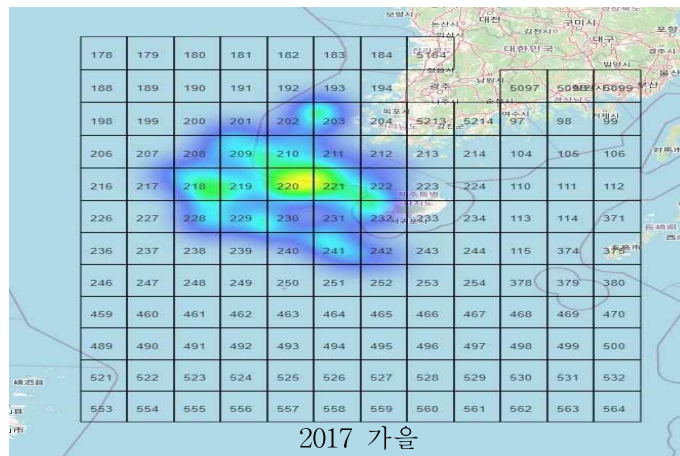


Fig. 22. Changes in mackerel fish catch in Autumn.

4.3.3 연도별(월별)·계절별 옥돔 어획량 변화

옥돔은 제주 수산업 및 수산가공업에 있어 큰 시장성을 가지는 어류 중 하나이며, 국내 생산량 중 95% 이상이 제주에서 생산한다. 옥돔은 12~14℃ 수온에서 가장 큰 어장을 형성한다. 옥돔의 경우 수온 변화가 상대적으로 적은 저층에 서식하는 성질이 있기 때문에, 수온이 상승하여도 어획량에는 큰 변화가 없다.

그러나 지금과 같은 추세로 수온이 변화한다면 수년 내에 옥돔의 어장이 이동하거나 제주도 해역에서의 어획량이 감소 될 수 있다. (기후변화가 제주 수산업에 미치는 영향과 시사점) 실제로 제주도 연근해 옥돔 어획량이 갈수록 떨어지는 추세라 옥돔 잡이 배들은 어획 지점을 동중국해 및 EEZ(배타적경제수역)로 확장하는 추세에 있다.

옥돔은 주로 따뜻한 서귀포 남쪽 연안 가까이에서 어획되고, 참조기의 금어기인 4월에서 8월에 주로 조업한다. 실제로 Fig 24~27을 살펴보면 4월~8월에 가장 어획량이 뚜렷하게 많고, 시간이 흐름에 따라 어획량이 감소하는 것을 알 수 있다.

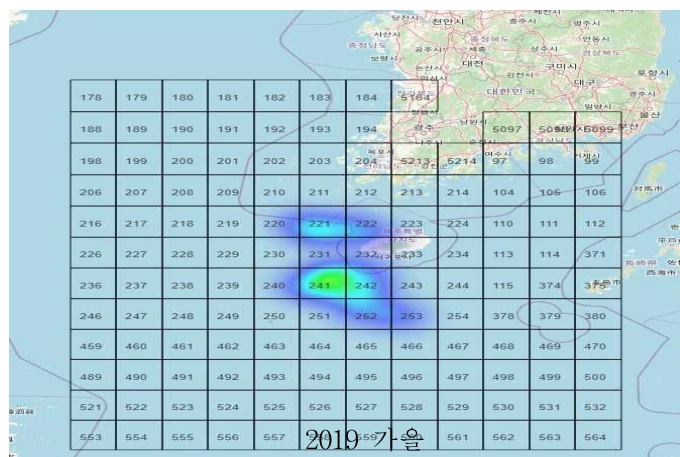
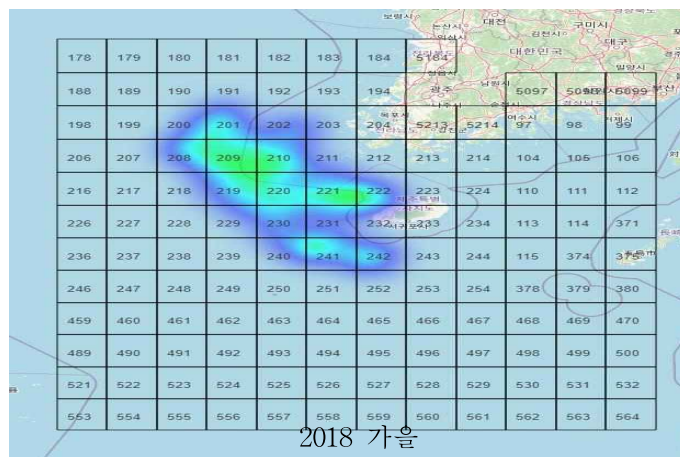
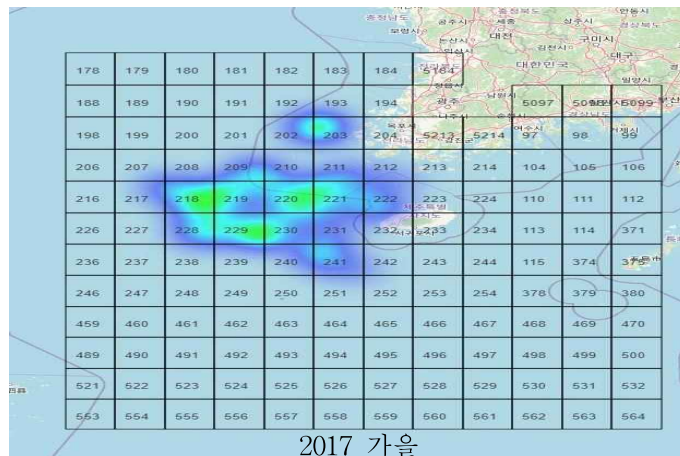


Fig. 26. Changes in branchiostegus japonicus fish catch in Autumn.

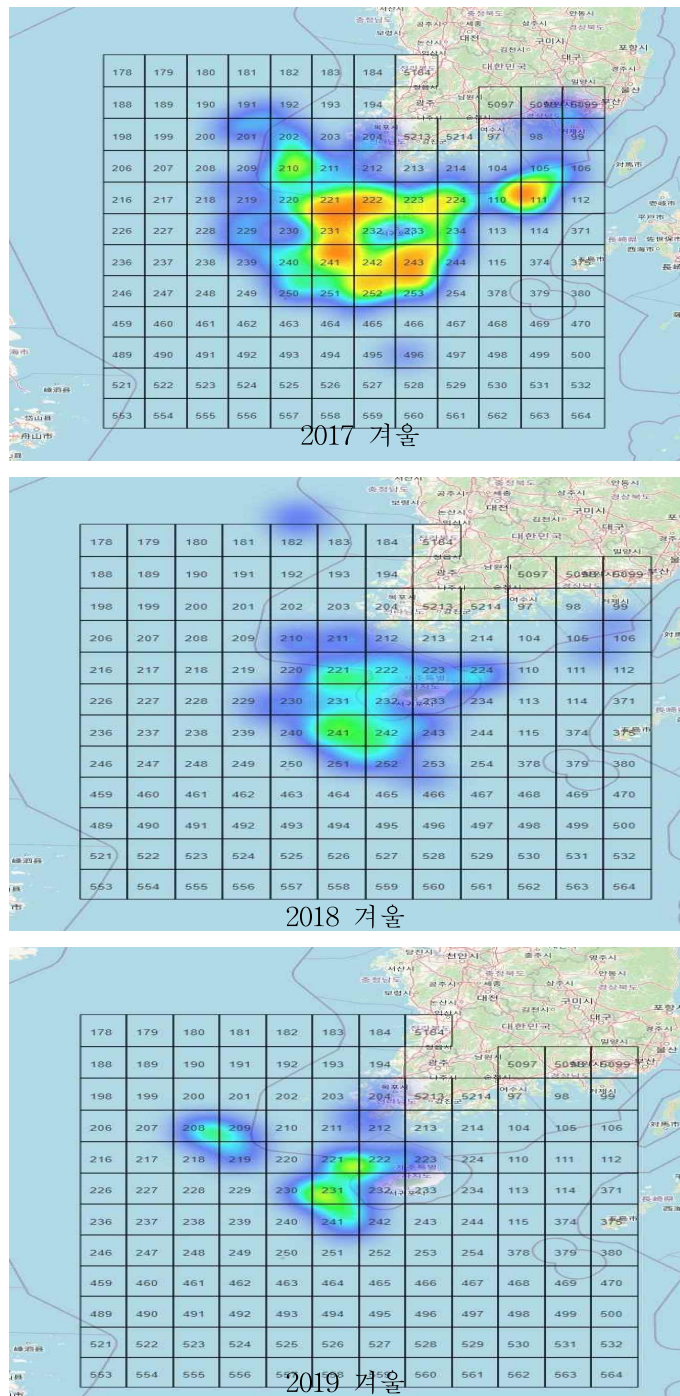


Fig. 27. Changes in *branchiostegus japonicus* fish catch in Winter.

4.3.4 연도별(월별)·계절별 살오징어 어획량 변화

살오징어는 단년생 회유성 어종으로 가을~겨울에 주로 산란하고 봄이 되면 성장을 위해 북쪽으로 회유하기 때문에, 어린 살오징어가 무사히 성장하여 산란할 수 있도록 양력 기준으로 4월 1일부터 5월 31일까지 두 달간 금어기로 정한다.

제주도를 중심으로 남해안의 해면상승이 제주도 같은 경우 연간 0.4cm~0.6cm 정도의 상승 추이를 보인다. 한류성 어종은 점점 사라지고, 난류성 어종이 증가할 것으로 사료된다. 살오징어도 난류성 어종이기 때문에 Fig. 28~31을 보면 시간이 지남에 따라 어획량이 점점 증가하는 것을 알 수 있다.

한편 해수부가 고시한 ‘2020년 7월~2021년 6월 총허용어획량(TAC)의 설정 및 관리에 관한 시행계획 일부개정고시안’에 따르면 우리나라 오징어 자원 감소가 가속화됨에 따라 근해유자망 어선에 대해 오징어 TAC를 2,648톤으로 제한하는 것을 주 내용으로 하고 있다. 앞으로는 유자망에 의한 오징어 어획량이 점점 더 줄어들 것으로 사료된다.

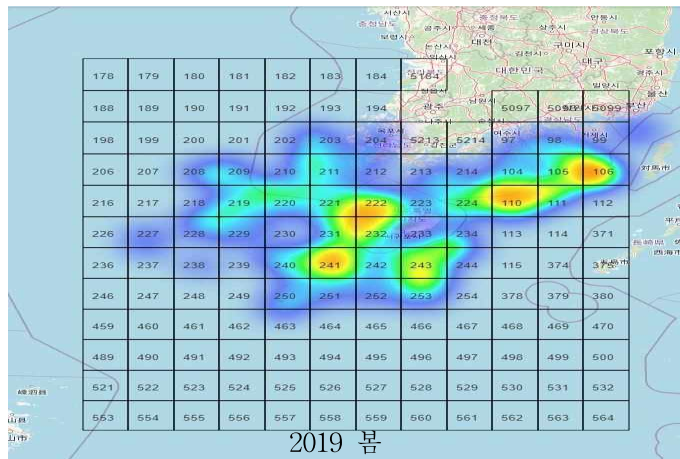
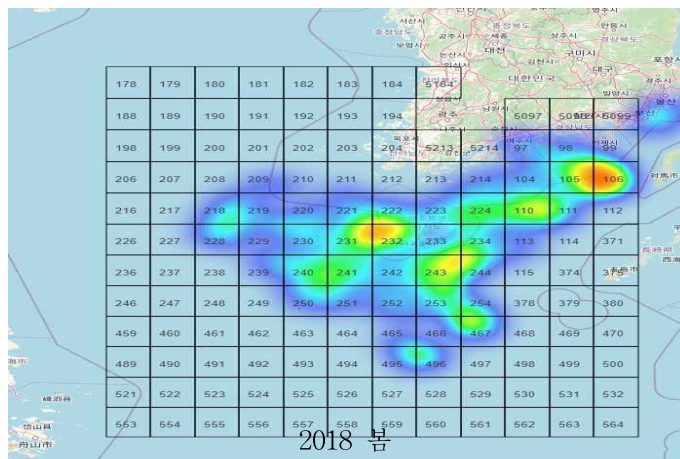
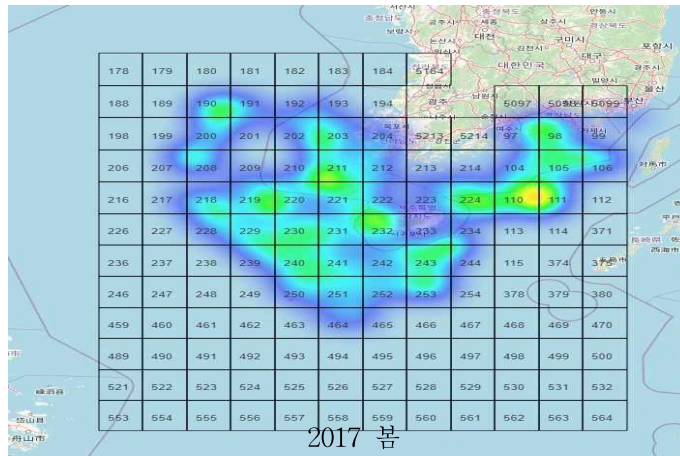


Fig. 28. Changes in .todarodes pacificus fish catch in Spring.

제 5장 결론

어업자원이라는 것은 출생에 의하여 개체수가 증가되고, 사망에 의하여 개체수가 감소되는 것이다. 어업이 유지되기 위해서는 자원이 먼저 유지되어야 한다.

결국 어업관리라는 것은 자원관리를 포함하는 것이다. 기후변화로 인한 해양환경변화, 어업자원 불법 남획 등으로 수산자원이 점차 고갈되어가고 있다.

어업자원 보호를 위해 각국 정부에서는 금어기 설정, 불법어구 단속, 어업량 쿼터제 등을 시행하고 있다. 특히 제주 주변 해역은 중국어선 불법 어획으로 어획량은 계속적으로 줄어들고 있으며, 온난화로 인한 어군의 회유경로 및 내유기간 변화로 조업 구역과 그 대상 어종도 다양하게 변화하고 있다.

현재 수산업계에서는 연근해 수산자원 감소, 어촌 고령화 등의 위기를 극복하기 위하여 수산 혁신을 통한 개선을 실현하고 있다. TAC(Total Allowable Catch) 확대와 불법어업 근절 등 자원관리형 어업구조로 전면 개편하려고 추진 중이다.

그 동안의 수산자원의 어획량 조사는 수협에서 위판된 어획량을 대략으로 조사하거나, 관공선을 이용하는 방법으로 수행되었다. 조사선으로는 우리나라의 전 해역의 월별 어획량을 조사하기는 어려워, 대부분의 어획량 조사는 어선이 해역에서 조업한 자료를 바탕으로 수행되고 있다.

본 연구에서는 기존의 조사 방법의 단점을 보완하기 위해 AIS로 수집한 어선 항적데이터와 수협위판데이터 병합을 통해 어획량의 시공간 분포 평가를 실시하였다. 유자망 어업 어획량의 변화를 보면, 참조기는 제주도 수온 증가와 함께 어획량이 계속적으로 증가하고 있고, 중국 금어기 확대와, 중국어선의 한국 EEZ 입어 조건 강화로 어획량이 계속 증가 할 것으로 예측된다. 고등어는 난류성·회유성 어종으로 기후변화에 따른 온난화로 겨울철 수온 상승에 따라 어획량이 증가하였다. 옥돔의 어획량은 수온 증가로 인하여 어장 이동으로 제주도 해역에서의 어획량이 감소 하였다. 살오징어는 지속적으로 어획량이 감소하는 추세이며,

오징어 어획량 보호를 위해 해양수산부의 근해자망 오징어 총허용어획량 설정으로 어획량이 더 감소할 추세이다.

본 연구는 유자망으로 시작하였지만, 이러한 기술이 개발 된다면 후에는 전 종류의 어업에 적용 가능 할 것이다. 또한 빅데이터 기반 어황 예측 기술 개발을 통하여 어선의 단위 노력당 어획량(Catch Per Unit Effort)를 증가시킬 수 있다.

지금까지 어황 예측은 수협 위판 데이터와 수온, 어선의 조업 위치를 기준으로 수행하고 있었다. 기존정보는 범위가 넓고, 어장강도 및 통계의 신뢰의 문제가 있었다. 넓은 해역을 정밀하게 조사하여 정리된 자료가 없어서 정확한 어황 예측에 어려움이 있었다.

본 연구는 과거의 수협 위판자료와 AIS 어선향적 자료를 이용하여 어선향적 분석과 어획량 분석을 하였지만, 향후 연구에서 어선향적 패턴 분석을 통하여 미래의 어획량 예측을 연구 하는데 기여 할 것이다.

기후변화에 따른 수산자원 변동을 체계적으로 분석하면, 실제 어선의 조업 시공간 데이터를 정부의 수산자원관리 및 어민들에게 효율적인 어장환경 정보 제공이 가능할 것이다.

또한 어업 해역의 시공간적인 조업자료와 어선 조업 위치의 수심, 저질, 조류, 바람 등 다양한 요소들을 반영하여 빅데이터 기반 딥러닝 모델을 개발하여 월별, 어종별 어장정보를 예측하는 모니터링 체계를 구축 할 예정이다.

참고문헌

- 백영수, 조제형, 강병윤, 2003. 연안다목적 소형어선 선형개발 방안 연구, 한국해양공학회, 217p
- 통계청, 2018. 4분기 제주도 어업생산동향조사 결과
- 해양수산부, 2020. 해양수산업현황, 제주특별자치도
- 통계청, 2018. 기후(수온)변화에 따른 주요 어종 어획량 변화
- 한국해양수산개발원, 2004. 어업 모니터링체제 확립을 위한 기초연구
- 강경범, 양진성, 김석중, 2009. 추자도 연근해 참조기 유자망의 어획량 변동, 한국수산해양기술학회, 63p
- 서영일, 오택윤, 차형기, 2019. 참조기 유자망어업에서 어로기술개발에 따른 어획성능지수, 한국수산해양기술학회, 199p
- 해양수산부, 2019. 생산지원형에서 자원관리형 어업구조 전면 개편한다
- 해양수산부, 2019. 수산업 혁신성장과 일자리 창출을 위한 수산혁신 2030 계획
- 김광일, 안장영, 2018. AIS data 분석에 의한 제주도 주변 해역에서의 저속어선의 출현 빈도와 어장탐색, 한국해양수산기술학회, 159p
- 김지희, 김광일, 2020. 제주 연안 자망 어선의 어획량 분석, 한국수산해양기술학회, 85-87p
- 김병엽, 김성호, 이창, 2009, 추자도 근해 참조기 유자망 어업에 관한 연구 2. 그물 깊이에 따른 어획량 분포, 107p