

통계청 학술연구용역

비계통어업생산통계조사
표본설계

2002. 7.25

한국통계학회

비계통어업생산통계조사 표본설계

2002. 7.25

연구수행기관 : 한국통계학회

연구책임자 : 염준근(동국대학교 통계학과 교수)

공동연구원 : 이해용(성신여자대학교 통계학과 교수)

한근식(한신대학교 정보시스템공학과 부교수)

이기성(우석대학교 전산통계학과 부교수)

머리말

본 보고서는 한국통계학회 조사통계연구회에서 수행한 통계청의 연구용역인 『비계통 어업생산통계조사』 표본설계에 대한 최종보고서이다.

『비계통어업생산통계조사』는 우리 나라의 어가 부문에서 도매시장, 수집상, 음식점, 가공공장, 양식장, 자기매장, 기타 등 수협을 통하지 않고 출하되는 비계통출하 수산물의 생산에 관한 통계들을 작성하여 해양수산정책수립을 위한 기초자료 제공을 목적으로 하고 있다.

『비계통어업생산통계조사』를 위한 표본설계는 매 5년 주기로 실시되는 『어업총조사』 자료를 모집단으로 사용한다. 따라서 금번의 표본설계는 2000년 『어업총조사』 자료를 모집단으로 사용하였다.

지난 여러 해 동안 우리 나라의 어업환경은 여러 가지 면에서 많은 변화를 보이고 있으며, 특히 총어가수는 해가 거듭될수록 수가 줄고 있다. 1990년 어업총조사 결과 우리나라의 총어가수는 121,525 가구였으며 1995년 결과에서는 104,480 가구로 약 14%정도 감소하였다. 한편 2000년 어업총조사 결과에 의하면 우리 나라의 총어가수는 81,571 가구로 급격히 감소하고 있음을 알 수 있다. 해수면 온도의 변화로 동해상의 한류성 어종의 포획량의 감소되는 등 어종에도 많은 변화가 있다.

모집단의 이러한 상황변화를 표본에 시기 적절히 반영하지 않은 상태로 표본조사가 계속 시행되는 경우 비표본오차로 인해 통계의 신뢰성을 떨어뜨릴 수 있다. 따라서, 모집단의 변화를 최대한 반영하는 새로운 표본설계가 필요하게 되었다.

새로운 표본설계에서는 변화된 모집단의 특성이 표본에 잘 반영되도록 하였다. 이를 위해서 모집단을 우선 어업형태(어로어업과 양식어업)로 층화한 후 주요 어종(어로어업 41개, 양식어업 11개)으로 모집단을 층화하였으며, 각 어종은 지역으로 비례할당하는 방법을 사용하여 비계통 어종 총생산량의 추정에 초점을 맞추었다.

이번의 표본설계는 향후 5년 간 사용되므로 변화하는 모집단의 특성을 표본에 적시에 반영하는 것은 질 높은 통계를 얻는데 필수적이다. 따라서 모집단의 변화를 표본에 반영하는 모집단과 표본의 관리 방안을 고려하였으며, 비표본오차의 문제도 다루었다.

본 표본설계를 위해 모든 지원을 아끼시지 않은 통계청과 해양수산부의 관계자 여러분

들과 조사현장의 실태를 파악하는데 편의를 제공해주신 지방통계사무소 담당자분들,
그리고 현장 방문 시에 좋은 의견을 주신 표본어가의 가구원들께 감사를 드린다.

2002년 7월 25일

연구책임자

동국대학교 교수 염준근

목차

I. 서론	1
1. 조사개요	1
2. 연구의 필요성	2
3. 연구의 목적	3
4. 연구의 과정	3
5. 연구의 기본방향	4
II. 현지답사 및 주의사항	6
1. 현지답사	6
2. 주의사항	6
III. 기존설계의 분석	7
1. 추출틀	7
2. 층화	7
3. 표본추출방법	7
IV. 새로운 표본설계	9
1. 모집단	9
2. 표본추출단위	9
3. 추출틀	9
4. 층화	10
5. 표본의 크기 및 할당	15
6. 표본추출	27
7. 추정	29
V. 사후관리방안	31
1. 모집단 관리	31
2. 표본 관리	31
3. 비표본오차 관리	32
VI. 요약 및 제언	34
참고문헌	36
부록표	37

1. 서론

1. 조사개요

가. 조사목적

비계통어업생산통계는 어가 부문에서 도매시장, 수집상, 음식점, 가공공장, 양식장, 자기매장, 기타 등 수협을 통하지 않고 출하되는 비계통출하 수산물의 생산에 관한 통계들을 작성하여 해양수산정책수립을 위한 기초자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

나. 조사연혁

어업생산통계조사는 1972년까지는 어업, 어류, 어종, 지구 및 업종별로 단위수협 위판수량에다 일정비율의 비위판량(비계통생산량)을 산출하여 더한 총어업생산량을 추정하여 파악하였다. 1973년부터 1982년까지는 어촌계를 통한 전수조사가 시행되었으나 1983년 이후에는 어업총조사 자료를 기초로 표본설계가 이루어져 현재까지 표본조사가 시행되고 있다.

1980년 어업총조사에 기초한 표본설계에 의해 10년간 조사되다가 1992년에 1990년 어업총조사 결과에 의해 새로운 표본설계가 이루어졌고, 1997년에 1995년 어업총조사 결과를 토대로 표본이 설계되어 현재까지 조사가 진행되고 있다.

본 조사는 처음에는 수산청에서 시행되다가 1978년 이후 농수산부에서 담당하여 왔다. 그러다가 지난 1996년 정부조직개편으로 해양수산부가 신설되면서 해양수산부에서 조사가 시행되었으며 1998년 통계청으로 이관되어 현재에 이르고 있다.

다. 조사대상가구

국내에서 생계 및 판매를 목적으로 해면에서 수산 동·식물의 포획, 채취 또는 양식업을 자영하는 사람(가구주 또는 가구원)이 있는 가구를 어가로 정의하며 이와 같은 어가를 본 조사의 조사대상가구로 하였다.

라. 조사기간 및 조사방법

매년 1월 1일부터 12월 31일까지 연중조사를 실시하고 있다. 이 조사는 통계청 산하의 각 지방 통계사무소 및 출장소의 통계조사 공무원이 표본 조사구 내의 표본어가를

직접 방문하여 이루어진다. 일계부에 의한 기장방법과 면접조사에 의하여 수산물 비계통생산량이 조사되고 있다.

마. 조사내용

비계통어업생산통계조사에서는 다음과 같은 항목들이 조사되고 있다.

① 어업별 비계통생산량 및 생산금액

- 일반해면어업
- 천해양식업

② 업종별 비계통생산량 및 생산 금액

- 대형트롤 등 39종

③ 어종별 비계통생산량 및 생산금액

- 어류(가오리 등 59종)
- 갑각류(꽃게 등 12종)
- 패류(굴뱅이 등 19종)
- 연체동물(갑오징어류 등 7종)
- 기타수산동물(미더덕 등 5종)
- 해조류(김 등 12종)

2. 연구의 필요성

비계통어업생산통계조사를 위한 기존의 표본은 1995년 어업총조사 결과를 기초로 한 표본설계의 의거하여 추출된 표본이다. 지난 여러 해 동안 우리 나라의 어업환경은 여러 가지 면에서 많은 변화를 보였다. 가령 서해안 지역은 대규모 간척사업의 여파로 많은 어가가 사라졌다. 1990년 어업총조사 결과 우리 나라의 총어가수는 121,525 가구였으며 1995년 결과에서는 104,480 가구로 약 14%정도 감소하였다. 한편 2000년 어업총조사 결과에 의하면 우리 나라의 총어가수는 81,571 가구로 급격히 감소하

고 있음을 알 수 있다. 해수면 온도의 변화로 동해상의 한류성 어종의 포획량의 감소되는 등 어종에도 많은 변화가 있다. 모집단의 이러한 상황변화를 표본에 시기 적절히 반영하지 않은 상태로 표본조사가 계속 시행되는 경우 비표본오차로 인해 통계의 신뢰성을 떨어뜨릴 수 있다.

때마침 2000년 어업총조사 결과 자료가 정리된 상태이므로 새로운 표본설계를 위한 추출틀이 마련되었다. 따라서 보다 신뢰성있고 정도 높은 통계의 작성을 위해서는 2000년 어업총조사 자료를 이용하여 새로운 표본설계를 하는 것이 절실하게 필요하다.

뿐만 아니라 실제 발표되는 어업생산 통계를 보면 다양한 종류의 통계들이 발표되고 있는데 발표되는 모든 통계량들의 정도가 일정하지 않고 서로 다른 경우들이 있다. 따라서 모든 종류의 통계량들의 정도를 종합적으로 고려하여 통계적인 신뢰성을 확인하는 작업 또한 절실하게 필요하다고 볼 수 있다.

3. 연구의 목적

본 연구의 목적은 2000년 어업총조사 결과를 토대로 전국의 어업별, 어종별 수산물의 비계통생산량에 관한 통계를 주어진 여건 하에서 가능한 한 정도높게 산출할 수 있는 표본설계를 하고, 그에 따른 추정식을 마련함으로써 보다 편리하면서도 신뢰성이 높은 어종별 총생산량 통계를 산출하는 데에 그 목적이 있다.

4. 연구의 과정

본 연구는 2002년 3월부터 7월에 걸쳐 수행되었는데 그 진행과정을 요약하면 다음과 같다. 각 연구의 과정마다 통계청과 해양수산부와의 긴밀한 협의를 해나가며 진행하였다.

가. 자료수집 및 문헌조사

연구의 초기단계에 속하는 이 과정에서는 크게 두 가지 방향으로 나누어서 연구를 진행시켰는데, 하나는 기초자료를 수집하는 단계로서 2000년 어업총조사 자료화일을 작

성하는 한편 2001년 비계통어업생산 표본조사 자료를 입수하여 정리하였다. 다른 하나는 기존의 표본설계 관련 문헌들을 조사하고 연구하는 단계이었다.

나. 현지답사

일부 어촌 지역에 있는 통계사무소 및 출장소를 방문하여 현지의 조사상황을 관찰하였다. 일선의 조사원들이 느끼는 문제점이나 애로사항을 파악하였으며, 현재 표본어가로 선정되어 조사에 응하고 있는 응답자들의 의견을 청취하였다.

다. 기존의 표본설계 분석

기존의 표본설계를 다각적으로 검토하고 분석함으로써 기존의 설계의 장단점을 분석하고 새로운 개선방향을 모색하는 과정이었다.

라. 새로운 표본설계

이미 검토된 여러 가지 검토 결과를 토대로 하여 총화의 기준을 만들어 총화하였으며, 표본의 크기 및 할당, 표본추출, 추정식 등을 유도하였다.

5. 연구의 기본방향

본 표본설계는 하나의 표본을 통해 여러 항목들을 조사하는 다목적표본설계이다. 비계통 어업생산량조사의 조사대상 어종은 총 114종에 이르므로 다목적 표본설계 중에서도 매우 복잡하고 방대한 조사라고 볼 수 있다.

지역에 따라 생산되는 어종과 생산량, 생산방법 등이 매우 다르기 때문에 하나의 표본설계를 통해 모든 조사대상 어종의 통계를 정도높게 산출하기 위해서는 표본의 크기를 대폭 늘려야 하나 조사원의 수, 조사비용과 같은 현실적인 문제에 직면하게 된다.

본 연구는 가능한 한 기존의 설계에 비해 업무량이 크게 늘어나지 않는 범위내에서 효율적인 통계를 생산하는 것을 기본방향으로 하고 있다.

연구의 구체적인 방향들은 다음과 같이 요약될 수 있다.

첫째, 조사 설계의 목적이 ‘비계통어업생산량’의 효율적인 추정인 만큼 각 어종들의 생산량 추정치의 정도를 높이는 것을 주목적으로 정하였다. 지역별 어종에 대한 생산량의 정도를 고려하면 지역별 어종별 생산량의 상이함으로 표본의 크기가 지나치게 커지므로 각 어종에 대한 정도를 높이는 것을 최우선 목표로 정하였다.

둘째, 조사대상 어종이 114종에 이르고 어종별 비계통생산량이 상이함으로 어종별 정도를 고려하면 거의 전수조사를 해야하는 실정으므로 해양수산부에서 요청한 주요 어종과 어류생산 어가가 많은 어류 등 41개 어로어업 어종과 11개 양식어업 어종의 생산총계가 정도높게 작성될 수 있도록 표본설계를 하였다.

셋째, 비계통어업생산량은 어업형태에 따라 큰 차이를 보이고 있어서, 우선 어로어업과 양식어업으로 총화하는 것으로 정하였다.

넷째, 표본의 할당 및 추출은 조사원의 업무량의 범위를 크게 벗어나지 않도록 하였다.

II. 현지답사 및 주의 사항

1. 현지답사

경남통계사무소 및 출장소를 방문하여 현지 어촌의 조사상황을 관찰하였고, 아울러 조사원들이 느끼는 조사상의 문제점이나 애로사항을 다음과 같이 파악하였다.

첫째, 과거 해양수산부 어촌지도소에서 비계통어업생산통계조사를 하는 경우에는 지원이나 세제 혜택 등을 고려하여 표본어가에서 조사원들에게 협조적이었으나, 통계청으로 업무가 이관된 후로는 비협조적인 경향이 나타나고 있음.

둘째, 과거 해양수산부 어촌지도소의 경우에는 1~2명의 조사원이 비계통어업생산조사 업무에만 전담하고 있었음. 현재 통계출장소에서는 조사원의 수가 늘어나기는 했지만 여러 업무를 동시에 하고 있는 형편이라 업무량이 늘어나게 될 경우 조사가 부실하게 될 우려가 있음.

셋째, 도서 지역이 표본으로 선정될 경우에 정기적인 선편이 없을 수 있으며, 그럴 경우 배를 빌려서 조사를 해야하므로 비용이 많이 발생할 수 있음. 해결방안으로는 표본 어가로 선정된 도서지역에 거주하고 있는 사람을 임시조사원으로 채용하는 방법을 고려해 볼 수 있는 데 현실적으로 어려운 점이 많다고 함.

넷째, 표본어가들이 흩어져 있는 경우에는 조사원들의 업무량이 상대적으로 늘어나게 되므로 비슷한 조건이라면 가급적 조사가 용이한 지역 즉 표본어가들이 밀집되어 있는 표본으로 조사를 했으면 하는 바람이 있었음.

다섯째, 어가들이 전반적으로 줄어드는 추세에 있으므로 일부 표본어가가 없어지는 경우가 종종 발생하는 데 이럴 경우 다른 가구로 대체할 수 있도록 대체 표본어가가 충분하기를 원하고 있음. 따라서, 조사구 자체 내에 어가수가 적어서 대체할 어가가 없을 경우에 대비하여 일정 수 이상의 어가가 존재하는 조사구가 표본조사구로 선정되기를 바라고 있음.

2. 주의사항

경기도 화성시 우정면, 서신면은 간척사업의 여파로 기존의 어업조사구가 없어질 예정이므로 표본추출시 제외하기로 함.

III. 기존 설계의 분석

1. 추출틀

기존의 표본설계는 1995년 어업총조사 결과에 기초한 전국의 어업조사구들을 기본 단위로 하는 추출틀에 의해 설계되었다. 당시 비계통어업생산통계조사를 위한 표본설계에서의 모집단은 전국 1,921개의 어가조사구에 속한 모든 어가들이다.

2. 층화

기존의 설계는 기본적으로 전국의 어가를 일반해면어가와 양식어가로 나누고 양식어가는 연체동물, 해조류, 어류, 기타수산동물 등으로 층화하였다.

3. 표본추출방법

기존의 설계에서는 지역에 따라 2단 혹은 3단 추출이 이루어졌다. 먼저 2단 추출만 되는 지역의 경우, 1차 추출단위는 어업조사구이고, 2차추출단위는 어업조사구내의 어가였다.

반면에 3단추출이 이루어지는 지역에서는 1차추출단위는 어업조사구, 2차추출단위는 어업조사구내의 인구주택조사구, 3차추출단위는 인구주택조사구내의 어가가 추출되었다.

가. 1차추출단위

각 시도별로 어업조사구내 일반어가울에 따라 어업조사구들을 일반어가층과 양식어가층으로 구분한 후 일반어가층인 조사구들은 각 시도별 일반어가울 크기 순서대로 정렬한다. 양식어가층의 경우 다시 그 조사구내의 연체동물, 해조류, 어류, 기타수산동물 양식가구들의 수를 비교하여 가장 많은 가구를 지니는 양식종류로 조사구의 특성을 정하고 그 특성별로 정렬하고 표본의 크기대로 계통추출하여 표본조사구를 추출한다.

층		조사구 특성번호
일반어가층		10
양식어가층	연체	21
	해조	22
	어류	23
	기타	24

나. 표본어가의 선정

표본조사구 중에는 1개의 인구주택조사구로 구성된 어업조사구도 있지만 대부분의 경우는 2개 이상의 인구주택조사구로 구성되어 있다. 2개 이상의 인구주택조사구가 모여서 구성되는 경우 동일한 어업조사구내에 있는 인구주택조사구들은 어가수 규모가 다르다. 따라서 2개 이상의 인구주택조사구로만 이루어진 어업조사구는 어가수 확률 비례로 1개의 인구주택조사구를 일단 추출한다. 어가수가 20가구미만인 경우에는 추가로 인구주택조사구를 하나 더 추출하여 2개의 인구주택 조사구를 통합하여 하나로 묶어주었다. 이 때 어가 특성번호 순서대로 정렬한 명부에서 5가구를 계통추출하여 표본가구로 선택하였다.

<어가명부 작성 순서>

1차특성	2차특성	특성번호
어선사용가구	어선 2톤 미만	11
	어선 2-5톤	12
	어선 5톤 이상	13
양식가구	패류	21
	해조류	22
	어류	23
	기타	24
비어선사용가구	비해당	30

IV. 새로운 표본설계

1. 모집단

본 비계통어업생산통계조사를 위한 표본설계에서의 모집단은 전국 3,333개의 어업조사구에 속한 모든 어가들이다. 여기에서 비계통이란 수산물 판매중 수협을 통한 출하를 제외한 일반판매(도매시장, 수집상, 음식점, 가공공장, 양식장, 자기매장, 기타)를 통한 출하를 말한다.

2. 표본추출단위

본 조사는 2단추출로 이루어지게 된다. 1차추출단위는 어업조사구이고, 2차추출단위는 추출된 어업조사구내의 어가가 된다.

3. 추출틀

본 표본설계를 위한 추출틀은 2000년 어업총조사 결과를 이용하여 구성하였다. 2000년 어업총조사시 전국은 총 3,333개의 어업조사구로 구성되어졌는데 이는 95년 어업총조사시 1,921개 조사구에 비해 70% 가량 증가하였다. 각 시도별 조사구수는 다음과 같다.

<표 4-1> 지역별 어업조사구수 (2000년 어업총조사)

시도	조사구수	시도	조사구수
서울	1	충남	324
부산	120	전북	179
대구	1	전남	1,068
인천	156	경북	208
울산	37	경남	590
경기	85	제주	423
강원	141	전국	3,333

4. 총화

우선 어업형태(어로어업과 양식어업)로 총화한 후 주요 어종(어로어업 41 개, 양식어업 11개)으로 모집단을 총화하였다. 각 어종은 지역으로 총화함으로써 지역별 총계의 추정이 가능토록 하였으나 표본설계의 주 목적이 비계통 어종 총생산량의 추정에 있는 만큼 추정의 정도가 어종의 총생산량을 기준으로 설계하였으므로 지역별 어종의 총계의 추정의 정도는 높지 않을 수 있다. 특히 양식어종 중 어류, 갑각류, 해조류 중 미역, 김은 해당 양식장을 전수조사하므로 본 설계에서 제외되었다.

다음 <표 4-2>는 위와 같이 총으로 구분하였을 경우 어로어업의 제1어종별 지역별 어가수이며 <표 4-3>은 양식어업의 제1어종별 지역별 어가수를 나타낸다. 이 때, 제1어종은 생산량이 가장 많은 어종이 아니라 판매금액이 제일 많은 어종을 의미한다. 생산량이 가장 많은 어종을 제1어종으로 하는 것을 고려해 볼 수 있으나, 모집단으로부터 얻을 수 있는 정보가 생산량이 아닌 판매금액 밖에 없으므로, 판매금액이 가장 많은 어종을 제1어종으로 정하였다.

표에서 음영처리 된 부분이 주요 어종에 해당된다.

<표 4-2> 어로어업 제1어종별 비계통출하 어가수(어로+양식 겸업가구 포함)

어종 \ 지역	부산	인천	울산	경기	강원	충남	전북	전남	경북	경남	제주	전국
가오리류	7	2	2	3	1	18	7	74	2	21	0	137
가자미류	188	1	43	0	179	53	14	27	263	553	0	1,321
갈치	22	1	5	0	0	1	2	13	1	7	74	126
강달이류	0	0	0	0	0	1	0	1	0	4	1	7
고등어류	3	0	2	0	0	0	0	3	3	8	25	44
꽁치	5	1	0	0	2	4	0	10	2	2	0	26
학꽁치	1	0	1	1	0	1	5	2	3	8	0	22
넙치류	29	7	7	5	16	35	8	68	29	404	1	609
농어	8	22	0	5	0	61	18	210	0	33	2	359
눈볼대	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	3
능성어	1	1	0	0	0	0	0	2	0	1	7	12
다랑어류	1	5	1	0	0	3	2	17	0	11	1	41
도루묵	0	0	1	0	7	1	0	5	0	2	0	16
대구류	0	1	0	0	1	0	0	6	0	4	0	12
돔류	6	39	1	0	0	6	2	109	2	190	179	534
망둥어	7	28	3	14	1	51	14	41	1	0	0	160
매통이류	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	3
멸치류	46	24	99	1	5	37	33	246	83	52	9	635
명태	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3
민어	1	0	0	0	0	1	1	47	0	2	0	52
방어	51	0	2	0	0	0	0	1	13	26	58	151
밴댕이	0	5	0	3	1	0	0	0	0	0	2	11
뱅어류	2	0	0	0	0	3	0	1	0	0	5	11
병어류	2	8	0	0	0	0	2	4	0	2	1	19
보구치	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1

* 음영처리 된 부분은 주요 어종

<표 4-2> 어로어업 제1어종별 비계통출하 어가수(계속)

지역 어종	부산	인천	울산	경기	강원	충남	전북	전남	경북	경남	제주	전국
보리멸	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	4
복어류	0	0	0	1	1	0	1	4	3	3	0	13
조피볼락 (우럭)	7	92	3	38	2	438	161	186	1	104	28	1,060
기타볼락	32	16	3	0	0	19	2	9	2	122	1	206
부세	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	9
삼치류	69	0	19	0	0	2	3	109	3	37	1	243
상어류	0	0	2	0	0	0	0	3	0	0	0	5
서대류	1	0	0	0	0	0	9	109	0	1	0	120
성대류	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	3
송어류	3	0	0	4	0	2	9	22	1	4	0	45
솜팽이	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	4
숭어류	230	102	22	62	4	47	108	573	30	113	1	1,292
아귀	2	0	1	0	0	0	1	7	1	1	0	13
양미리	0	26	0	0	1	0	0	1	1	0	1	30
양태	0	0	0	0	0	0	0	44	0	1	0	45
연어	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
임연수어	3	0	0	0	5	0	0	0	3	0	0	11
장어류	690	13	181	25	1	45	132	600	91	739	7	2,523
전갱이류	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	6	8
전어	49	0	5	5	0	9	4	141	46	196	0	455
정어리	2	0	0	0	0	0	0	0	2	3	1	8
참조기	1	0	0	0	0	1	10	9	0	1	2	24
기타조기	5	0	0	0	0	2	1	6	0	0	19	33
준치	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	4
쥐치류	25	1	8	0	0	0	0	3	18	34	27	116

* 음영처리 된 부분은 주요 어종

<표 4-2> 어로어업 제1어종별 비계통출하 어가수(계속)

어종 \ 지역	부산	인천	울산	경기	강원	충남	전북	전남	경북	경남	제주	전국
청어	0	0	0	0	0	0	0	1	36	0	0	37
홍어	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
기타어류	34	69	20	4	21	50	75	82	18	284	51	708
게류	40	115	6	100	77	359	144	371	54	128	0	1,394
대하	1	0	0	1	2	196	17	25	1	13	0	256
기타새우류	4	50	0	29	1	71	174	221	0	88	0	638
기타갑각류	3	1	1	5	0	12	2	5	1	3	0	33
꽃뱅이	3	0	0	1	2	10	23	4	4	0	3	50
굴류	2	396	0	41	0	1,443	182	876	6	86	0	3,032
소라고둥	12	2	21	3	0	16	18	17	18	7	206	320
오분자기	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10
전복류	19	5	13	0	8	39	2	93	85	32	16	312
가리비	0	0	0	0	4	0	0	1	2	0	0	7
가무락	0	21	0	42	0	90	94	1	0	0	0	248
개량조개	0	1	0	0	4	3	4	0	4	2	0	18
고막류	1	0	0	0	0	32	30	383	0	3	0	449
동죽	0	61	0	9	0	167	277	2	0	0	0	516
맛류	8	4	0	39	0	281	158	94	0	0	0	584
바지락	22	124	4	460	1	1,205	374	664	0	143	0	2,997
백합류	0	0	0	0	5	3	405	130	5	2	0	550
새조개	0	1	0	0	0	14	0	27	0	3	0	45
키조개	0	0	0	0	0	7	6	11	1	1	0	26
피조개	0	2	0	1	1	12	8	7	1	19	0	51
홍합	6	12	0	0	1	1	3	4	2	4	0	33
기타패류	6	2	7	1	5	69	20	30	6	31	1	178

* 음영처리 된 부분은 주요 어종

<표 4-2> 어로어업 제1어종별 비계통출하 어가수(계속)

지역 어종	부산	인천	울산	경기	강원	충남	전북	전남	경북	경남	제주	전국
갑오징어류	0	0	0	0	0	1	3	3	0	0	3	10
꿀뚜기	0	0	0	0	0	1	0	12	0	3	0	16
낙지	22	15	13	22	1	285	2	2,336	1	62	2	2,761
문어	60	0	19	0	62	1	0	205	141	119	12	619
쭈꾸미	0	16	0	9	0	175	193	151	0	0	0	544
오징어류	35	0	6	0	18	1	7	4	157	0	210	438
기타연체동물	1	2	0	0	1	125	3	125	1	2	1	261
미더덕	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	4
성게	202	0	52	0	46	0	0	4	277	42	53	676
우렁챙이	24	0	1	0	11	0	1	2	10	32	0	81
해삼	89	4	7	0	23	20	1	5	43	28	0	220
기타수산동물	11	2	1	0	3	113	41	128	5	45	0	349
김	0	0	0	2	1	23	2	59	2	0	0	89
꼬시래기	2	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	4
다시마류	3	0	0	0	5	0	0	1	0	0	0	9
도박류	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
말	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
미역	31	4	70	0	70	17	1	353	185	73	1	805
우무가사리	1	0	1	0	0	0	0	2	0	1	35	40
기타가사리	3	0	0	0	0	1	0	21	0	0	0	25
청각	1	0	1	0	0	0	0	4	0	2	0	8
툃	2	0	4	0	0	0	0	135	5	2	1	149
파래	0	0	1	0	0	0	0	55	0	10	3	69
기타해조류	0	0	0	0	0	0	1	4	3	3	12	23
합계	2,147	1,306	659	937	605	5,689	2,822	9,389	1,682	3,970	1,080	30,286

* 음영처리 된 부분은 주요 어종

<표 4-3> 양식어업 제1어종별 비계통출하 어가수(어로+양식 겸업가구 포함)

어종 \ 지역	부산	인천	울산	경기	강원	충남	전북	전남	경북	경남	제주	전국
굴	234	183	0	44	0	1,210	12	2,090	0	1,190	0	4,963
피조개	1	0	0	0	0	2	2	20	0	251	0	276
홍합	1	0	1	0	0	0	1	175	0	164	0	342
바지락	13	30	0	2	0	1,566	169	651	0	348	0	2,779
고막	1	0	0	0	0	0	0	1,016	0	15	0	1,032
가리비	0	3	0	0	19	0	0	7	3	2	0	34
기타패류	102	126	2	0	2	10	12	556	2	22	11	845
우렁챙이	0	0	2	0	0	0	0	1	97	149	0	249
미더덕	0	0	0	0	0	0	0	0	0	131	0	131
기타수산물	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	3
돛	0	0	0	0	0	0	0	255	0	0	0	255
다시마	38	0	0	0	0	0	0	149	0	1	0	188
기타해조류	57	0	0	0	0	0	0	127	1	2	0	187
합계	447	342	5	46	21	2,790	196	5,047	104	2,275	11	11,284

* 음영처리 된 부분은 주요 어종

5. 표본의 크기 및 할당

추출될 조사구의 크기는 이론적 계산보다는 비용과 조사원의 수 등 현실적인 면이 우선 고려되어 총 250개의 표본 조사구를 우선 어종별로 추출하는 데 200 개의 표본 조사구는 어로어업에, 50개의 표본 조사구는 양식어업에 할당한다. 그런 다음에 어종에 할당된 조사구를 지역별로 할당한다. 지역별 할당은 비례할당과 네이만 할당을 고려할 수 있는 데 네이만 할당보다는 비례할당을 이용하기로 하였다. 그 이유는 본 표본설계의 목적이 비계통 어업생산량의 총계의 추정에 있지만 지역별 추정도 고려해야하는 만큼 울산, 경기도에 비례할당이 네이만할당보다 각각 1 개의 조사구를 더 할당하여 지역별 추정을 용이하게 하기 때문이다. 비례할당 결과는 아래 <표 4-4>와 <표 4-5>에 실었다. <표 4-4>는 어로어업 어종별 지역별 표본 조사구의 할당을, <표 4-5>는 양식어업 어종별 지역별 표본 조사구의 할당을 나타내고 있다.

<표 4-4> 어로어업 어종별 지역별 표본 조사구수

어종 \ 지역	부산	인천	울산	경기	강원	충남	전북	전남	경북	경남	제주	전국
가오리류								1				1
가자미류	2				1				2	4		9
갈치											1	1
넙치류								1		3		4
농어						1		1				2
돔류								1		2	1	4
망둥어						1						1
멸치류			1					2	1			4
방어											1	1
조피볼락 (우럭)		1				3	1	1		1		7
기타볼락										1		1
삼치류	1							1				2
서대류								1				1
숭어류	2	1					1	4		1		9
장어류	5		1				1	4	1	5		17
전어	1							1		1		3
쥐치류										1		1
기타어류		1					1	1		2		5
게류		1		1	1	2	1	3		1		10
대하						2						2
기타새우류						1	1	1		1		4
굴류		3				10	1	6		1		21
소라고둥											2	2
전복류								1	1			2
가무락						1	1					2

<표 4-4> 어로어업 어종별 지역별 표본 조사구수(계속)

어종 \ 지역	부산	인천	울산	경기	강원	충남	전북	전남	경북	경남	제주	전국
고막류						1		2				3
동죽		1				1	2					4
맛류						2	1	1				4
바지락	1			4		9	2	4		1		21
백합류							3	1				4
기타패류						1						1
낙지						2		15		1		18
문어					1			1	1	1		4
쭈꾸미						1	2	1				4
오징어류									1		2	3
기타연체동물						1		1				2
성게	2								3			5
해삼	1								1			2
기타수산동물						1		1				2
미역			1		1			2	1	1		6
툰								1				1
합계	15	8	3	5	4	40	18	60	12	28	7	200

<표 4-5> 양식어업 어종별 지역별 표본 조사구수

어종 \ 지역	부산	인천	울산	경기	강원	충남	전북	전남	경북	경남	제주	전국
굴	2	1				5		8		5		21
피조개										1		1
홍합								1		1		2
바지락						6	1	3		2		12
고막								5				5
기타패류	1	1						2				4
우렁챙이										1		1
미더덕										1		1
돛								1				1
다시마								1				1
기타해조류								1				1
합계	3	2				11	1	22		11		50

<표 4-6>과 <표 4-7>에 어종별로 각 지역에 대해 총 조사구수를 정리하였다. 여기에서는 해당 조사구 내의 어가수가 8가구 이상인 조사구만 정리하였다. 왜냐하면 추출된 조사구 내에서 4개의 어가를 2차 추출해야 하며 이 때 대체표본으로 이용할 어가를 확보하기 위해 $4 \times 2 = 8$ 개 어가 이상인 조사구만 정리하였다. 한편 양식어가에 대해서는 추출된 조사구내에서 5개의 어가를 2차 추출해야 하며 이 때 대체표본으로 이용할 어가를 확보하기 위해 $5 \times 2 = 10$ 개 어가이상인 조사구만 정리해야 하나 10개어가 이상인 조사구만 고려할 경우 해당 어종에 대한 해당지역에 조사구가 존재하지 않을 수 있기 때문에 어로어가와 마찬가지로 8개 어가 이상을 정리하였다.

모집단을 구성하는 총 3,333개 조사구 중에서 어로어업의 경우 어가수가 8가구 이상인 조사구는 880개이고, 양식어업의 경우 어가수가 8가구 이상인 조사구는 336 개로 나타났다. 아래 표에서 '0'으로 기록된 곳은 조사구가 추출되어야 하나 해당 어종의 해당지역에 8가구 이상의 어가로 구성된 조사구가 없는 경우이다.

<표 4-6> 어로어업 어종별 지역별 총 조사구수(어가수 ≥8)

어종 \ 지역	부산	인천	울산	경기	강원	충남	전북	전남	경북	경남	제주	전국
가오리류								0				0
가자미류	5				7				11	18		41
갈치											0	0
넙치류								3		13		16
농어						2		3				5
돔류								2		7	2	11
망둥어						3						3
멸치류			3					9	4			16
방어											0	0
조피볼락 (우럭)		4				16	5	7		2		34
기타볼락										2		2
삼치류	2							4				6
서대류								3				3
송어류	4	5					2	23		0		34
장어류	24		9				8	18	4	24		87
전어	1							5		6		12
쥐치류										1		1
기타어류		2					2	1		9		14
게류		4		2	3	14	5	11		1		40
대하						10						10
기타새우류						4	6	7		1		18
굴류		17				53	6	31		4		111
소라고둥											9	9
전복류								2	2			4
가무락						2	5					7

* 음영처리된 부분은 (어가≥8)을 만족하는 조사구가 없는 경우

<표 4-6> 어로어업 어종별 지역별 총 조사구수(계속)

어종 \ 지역	부산	인천	울산	경기	강원	충남	전북	전남	경북	경남	제주	전국
고막류						1		15				16
동족		3				6	11					20
맛류						12	7	4				23
바지락	1			17		43	10	22		4		97
백합류							13	5				18
기타패류						2						2
낙지						13		97		1		111
문어					0			8	4	1		13
쭈꾸미						5	7	6				18
오징어류									5		8	13
기타연체동물						7		6				13
성게	8								14			22
해삼	1								1			2
기타수산동물						5		4				9
미역			3		2			3	5	3		16
툰								3				3
합계	46	35	15	19	12	198	87	302	50	97	19	880

* 음영처리된 부분은 (어가>=8)을 만족하는 조사구가 없는 경우

<표 4-7> 양식어업 어종별 지역별 총조사구수(어가수 ≥8)

어종 \ 지역	부산	인천	울산	경기	강원	충남	전북	전남	경북	경남	제주	전국
굴	6	4				37		72		36		155
피조개										8		8
홍합								8		4		12
바지락						41	6	22		9		78
고막								27				27
기타패류	6	4						19				29
우렁챙이										4		4
미더덕										6		6
툇								7				7
다시마								4				4
기타해조류								6				6
합계	12	8	0	0	0	78	6	165	0	67	0	336

어가수가 8가구 이상인 1,216개 조사구중에서 250개 조사구를 1차추출단위로 표본추출해야하나 8개 이상의 어가로 구성된 조사구가 없는 5개 지역에 대해서는 대체표본추출을 용이하게 하기 위해 8에 가장 가까운 어가를 보유한 조사구를 추출하였다. 즉 <표 4-6>에서 음영처리된 부분에 대해서는 8가구 이하인 조사구가 부득이 추출되었다.

<표 4-8>은 어로어업 어종별 지역별 표본 조사구내의 총 어가수이며, <표 4-9>는 양식어업 어종별 지역별 표본 조사구내의 총어가수이다.

<표 4-8>과 <표 4-9>에서 조사구수가 2이상인 경우에는 칸을 2개로 분할하여 왼쪽에는 각 표본조사구 수에 따른 총어가수를 기입하였고, 오른쪽에는 그 합을 기입하였다.

<표 4-8> 어로어업 어종별 지역별 표본 조사구수내의 총 어가수

어종 \ 지역	부산	인천	울산	경기	강원	충남	전북	전남	경북	경남	제주	전국		
가오리류								7				7		
가자미류	12 7	19			30				20 14	34	32 18 16 17	83	166	
갈치											4	4		
넙치류								22		44 18 16	78		100	
농어						12		20					32	
돔류								9		21 12	33	14	56	
망둥어						18							18	
멸치류			22					22 29	51	16			89	
방어											5	5		
조피볼락 (우럭)		15				30 51 58	139	62	39		18		273	
기타볼락										18			18	
삼치류	6							26					32	
서대류								22					22	
송어류	29 7	36	14					9	17 17 15 25	74	5		138	
장어류	23 23 58 40 20	164	20					8	20 31 22 44	117	22	20 23 11 16 9	79	410
전어	16								16		18		50	
쥐치류											9		9	
기타어류		30					18	21		20 24	44		113	
계류		10		44	16	23 28	51	19	54 23 12	89	9		238	
대하						21 18	39						39	
기타새우류						13	39	30			43		125	
굴류		37 28 30	95			36 43 45 51 27 34 31 65 42 44	418	40	55 38 55 34 54 35	271	17		841	
소라고둥											20 19	39	39	
전복류								40	11				51	
가무락						41	31						72	

<표 4-8> 어로어업 어종별 지역별 표본 조사구수 내의 총 어가수(계속)

어종	지역												
	부산	인천	울산	경기	강원	충남	전북	전남	경북	경남	제주	전국	
고막류						19		20 54	74			93	
동족		13				44	52 37	89				146	
맛류						31 46	77	51	37			165	
바지락	16			48 44 58 22	172	33 47 49 34 45 25 35 61 68	397	70 38	108	34 42 48 35	159	43	895
백합류							62 36 37	135	25			160	
기타패류						27						27	
낙지						24 33	57		25 39 25 21 21 28 18 35 60 33 39 29 23 31 43	470	8	535	
문어					6				15	7	8	36	
쭈꾸미						11	13 23	36	25			72	
오징어류										10	11 11	22	32
기타연체동물						26		28				54	
성게	22 22	44							32 22 22	76		120	
해삼	7								12			19	
기타수산동물						37		32				69	
미역			22		17			50 35	85	50	24	198	
툰								29				29	
합계	308	177	64	216	69	1,426	645	1,833	238	537	84	5,597	

<표 4-9> 양식어업 어종별 지역별 표본 조사구수 내의 총 어가수

어종	지역													
	부산	인천	울산	경기	강원	충남	전북	전남	경북	경남	제주	전국		
굴	54 39	93	60			41 66 63 48 37	255		142 42 50 45 37 58 32 28	434		23 48 61 57 13	202	1,044
피조개												40		40
홍합								29				46		75
바지락						46 48 49 55 52 80	330	49	30 58 27	115		54 37	91	585
고막									42 45 41 37 61	226				226
기타패류	42	35							22 44	66				143
우렁챙이												14		14
미더덕												33		33
툇									33					33
다시마									14					14
기타해조류									18					18
합계	135	95				585	49	935		426				2,225

각 어종별 판매금액 범주와 판매금액에 대한 CV를 구해 본 결과는 <표 4-10>과 같다. 이 때, 판매금액 범주는 500만원 이하, 500~5,000만원 이하, 5,000만원 이상을 의미하며, 판매금액은 지난 1년간의 수산물 판매금액으로 그 범주는 다음과 같다

판매 금액	50 만 원 만 미만	50~ 100	100~ 500	500~ 1,000	1,000~ 2,000	2,000~ 3,000	3,000~ 5,000	5,000~ 1억	1억~ 2억	2 억 원 이상
번호	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

<표 4-10> 어종별 판매금액 범주와 판매금액에 대한 CV

CV 어종	판매금액 범주	판매금액	CV 어종	판매금액 범주	판매금액
가오리류	28.54	141.91	보리멸	31.49	65.54
가자미류	31.48	116.27	복어류	42.19	95.49
갈치	31.61	140.37	조피볼락 (우럭)	30.85	106.09
강달이류	21.71	58.61	기타볼락	34.21	181.26
고등어류	31.09	83.38	부세	11.75	33.34
꽁치	35.65	208.28	삼치류	32.06	150.23
학꽁치	41.00	152.08	상어류	17.43	51.44
넙치류	28.63	99.05	서대류	27.19	0
농어	31.42	125.35	성대류	0	0
눈볼대	10.82	31.49	송어류	30.85	146.51
능성어	30.61	77.07	솜팽이	29.45	72
다랑어류	42.42	289.10	숭어류	29.14	114.97
도루묵	28.76	73.62	아귀	27.26	93.76
대구류	31.82	83.23	양미리	23.34	86.74
돔류	32.52	143.89	양태	40.38	118.96
망둥어	30.49	84.65	연어	0	0
매통이류	34.64	102.35	임연수어	19.14	68.12
멸치류	27.92	113.46	장어류	30.22	158.63
명태	56.77	139.81	전갱이류	30.12	103.65
민어	24.10	104.17	전어	33.95	129.12
방어	31.69	104.75	정어리	20.52	67.87
밴댕이	37.51	111.05	참조기	37.73	216.02
뱅어류	43.02	126.65	기타조기	28.78	79.72
병어류	44.38	151.83	준치	31.58	76.36
보구치	0	0	쥐치류	31.19	102.51

<표 4-10> 어종별 판매금액 범주와 판매금액에 대한 CV(계속)

CV 어종	판매금액 범주	판매금액	CV 어종	판매금액 범주	판매금액
청어	31.27	104.20	갑오징어류	29.20	79.58
홍어	0	0	꿀뚜기	37.39	135.70
기타어류	34.89	119.63	낙지	35.48	143.32
계류	34.78	155.74	문어	35.64	156.66
대하	27.77	132.31	쭈꾸미	24.52	75.24
기타새우류	33.09	111.81	오징어류	35.47	182.34
기타갑각류	41.18	113.47	기타연체동물	26.24	84.38
골뱅이	41.86	127.59	미더덕	54.54	101.16
굴류	35.66	118.74	성게	33.54	129.10
소라고둥	28.89	174.24	우렁챙이	26.94	101.04
오분자기	26.84	64.67	해삼	35.92	142.74
전복류	34.80	176.71	기타수산동물	43.29	163.36
가리비	45.50	201.13	김	44.14	220.14
가무락	30.77	250.62	꼬시래기	29.46	72.00
개량조개	34.29	153.75	다시마류	34.45	92.44
고막류	44.04	240.44	도박류	0	0
동죽	57.34	192.21	말	47.14	115.71
맛류	29.68	93.25	미역	34.76	163.92
바지락	42.01	170.09	우무가사리	21.72	55.18
백합류	29.84	178.63	기타가사리	60.67	231.86
새조개	27.41	141.88	청각	39.16	127.87
키조개	39.59	108.13	툇	22.37	131.62
피조개	36.46	120.94	파래	53.58	142.64
홍합	35.53	113.93	기타해조류	42.84	236.83
기타패류	40.69	147.51	취치류	31.19	102.51

6. 표본추출

본 설계에서는 어종별로 할당된 조사구를 지역별로 비례할당하여 어업조사구를 1차 추출한 후, 추출된 어업조사구내의 어가를 2차 추출하는 층화 2단 집락추출법을 이용하였다.

가. 1차추출단위

각 어종별로 지역별 어가수에 따라 조사구를 비례할당 하였다. 어가들을 판매금액(지난 1년간의 수산물 판매금액)에 따라 3개의 층으로 구분하였다. 특성번호 '11'층은 수산물 판매금액이 500만원 이하인 어가로 구성되고, 특성번호 '12'층은 수산물 판매금액이 500-5,000만원 이하인 어가로 구성하였다. 한편 특성번호 '13'은 수산물 판매금액이 5,000만원 이상인 어가들로 구성하였다.

판매금액에 따라 3개의 층으로 구분된 어가들을 각 조사구 내에서 정렬하여 500 만원 이하의 수산물 판매 어가 위주로 구성된 조사구, 500-5,000만원 이하인 어가 위주로 구성된 조사구, 5,000만원 이상인 어가 위주로 구성된 조사구들로 정렬한 후 <표 4-4> 와 <표 4-5>에 나타난 크기대로 계통 추출하였다. 단 조사구내에 어가수가 8 가구 미만인 경우 해당 특성번호를 갖는 조사구내에서 8에 가장 가까운 어가수를 가진 조사구를 임의로 추출함으로써 대체표본 추출에 대비하였다.

1차추출단위의 추출을 위한 조사구의 특성번호는 아래 <표 4-11> 과 같다

<표 4-11> 조사구 추출을 위한 특성번호

판매금액	특성번호
500만원 이하	11
500-5,000만원 이하	12
5,000만원 이상	13

조사구가 1차 추출된 후 해당 조사구가 조사가능지역인지의 여부를 파악한다. 조사가

능지역 여부는 통계청에서 사전에 조사불능지역을 제시 (경기도 화성시 우정면과 서신면은 간척사업의 여파로 기존의 어업조사구가 없어질 예정) 하였으므로 이를 참고 하였다. 또한 정기적인 선편이 없는 낙도지역과 같이 선편이 없어 매달 조사가 어려운 지역과 간척사업 등으로 어가가 사라질 예정인 지역 등은 추출된 조사구의 현지 답사과정에서 조사구 교체를 요구토록 하여 해당 조사구와 인접하면서 같은 특성을 갖는 조사구로 대체시키도록 하였다.

나. 조사구내의 어가 추출

다음으로 표본으로 추출된 어업조사구로부터 2차추출단위인 어가를 추출하는 방법을 설명하겠다.

조사구내에서 판매금액별로 구분된 각 어가는 다시 어업수입구분(지난 1년간 가구전체의 어업수입이 가장 많았던 어업 형태는 양식어업과 어로어업 중 어느 것입니까?)에 따라 '21' 층과 '22' 층으로 구분하였다.

여기에서 층 '21' 은 어로어업 수입이 양식어업수입보다 큰 어가를 의미하며 층 '22'는 양식어업으로 인한 수입이 어로어업보다 큰 어가를 의미한다. 어가명부의 작성은 다음과 같은 기준을 이용하였다.

판매금액	{	500만원 이하	: 11	어업수입구분	{	어로어업 ≥ 양식어업 : 21
					{	어로어업 < 양식어업 : 22
		500 - 5,000만원 이하	: 12	어업수입구분	{	어로어업 ≥ 양식어업 : 21
					{	어로어업 < 양식어업 : 22
		5,000만원 이상	: 13	어업수입구분	{	어로어업 ≥ 양식어업 : 21
					{	어로어업 < 양식어업 : 22

조사구내의 어가들은 어업수입에 의한 층으로 정렬되고 정렬된 층내에서 어가특성이 같은 경우 제2어종과 제3어종의 크기에 비례하여 어가를 추출하였다. 어가수는 어로어업의 경우 4가구를 양식어업의 경우 5가구를 계통추출하여 최종 표본을 완성하였다

7. 추정

가. 어종별 총수 추정

본 조사의 결과 어종별 비계통생산량에 대한 추정이 이루어지게 된다. 어종별 추정은 층화집락추출에 따라 추정하게 된다.

각 어종별 비계통생산량은 어로어업과 양식어업으로 나누어 다음의 공식으로 추정한다.

$$\text{어로어업 : } \hat{\tau}_h = \sum_{i=1}^{11} \frac{N_{hi}}{n_{hi}} \sum_{j=1}^{n_{hi}} \frac{M_{hij}}{4} \sum_{k=1}^4 y_{hijk}$$

$$\text{양식어업 : } \hat{\tau}_h = \sum_{i=1}^{11} \frac{N_{hi}}{n_{hi}} \sum_{j=1}^{n_{hi}} \frac{M_{hij}}{5} \sum_{k=1}^5 y_{hijk}$$

여기서 사용된 기호들은 각각

$\hat{\tau}_h$ = h 어종의 비계통생산량의 추정량

h = 어종을 나타내는 첨자 ($h = 1, 2, \dots, 114$)

i = 지역을 나타내는 첨자 ($i = 1, 2, \dots, 11$)

j = 표본조사구를 나타내는 첨자 ($j = 1, 2, \dots, N_{hi}$)

k = 조사구 내 표본어가를 나타내는 첨자 ($k = 1, 2, 3, 4$ 또는 5)

N_{hi} = h 어종의 i 지역 내에 속한 모집단 조사구수

n_{hi} = h 어종의 i 지역 내에 속한 표본 조사구수

M_{hij} = h 어종의 i 지역 내 j 번째 표본 조사구 내의 총어가 수

y_{hijk} = 각 표본어가에서 조사된 특정어류의 생산량 데이터

를 의미한다. 어로어업의 경우 N_{hi} 는 <표 4-6>, 양식어업의 경우 N_{hi} 는 <표 4-7>에 나와 있는 값들이다. 또한, 어로어업의 경우 n_{hi} 는 <표 4-4>, 양식어업의 경우 n_{hi} 는 <표 4-5>에 나와 있는 값들이다. 한편, 어로어업의 경우 M_{hij} 는 <표 4-8>,

양식어업의 경우 M_{hij} 는 <표 4-9>에 나와 있는 값들이다.

나. 분산 및 CV의 추정

앞에서 소개한 추정량 $\hat{\tau}_h$ 의 분산의 추정량을 구해보면 다음과 같다.

$$\widehat{V}(\hat{\tau}_h) = \sum_{i=1}^H \widehat{V}(\hat{\tau}_{hi})$$

여기서,

어로어업의 경우 :

$$\widehat{V}(\hat{\tau}_{hi}) = N_{hi}(N_{hi} - n_{hi}) \frac{s_{hi}^2}{n_{hi}} + \frac{N_{hi}}{n_{hi}} \sum_{j=1}^{n_{hi}} M_{hij}(M_{hij} - 4) \frac{s_{hij}^2}{4}$$

$$s_{hij}^2 = \frac{\sum_{k=1}^4 (y_{hijk} - \overline{y_{hij}})^2}{3}, \quad s_{hi}^2 = \frac{\sum_{j=1}^{n_{hi}} (\hat{\tau}_{hij} - \hat{\mu}_{hi})^2}{n_{hi} - 1}$$

$$\overline{y_{hij}} = \sum_{k=1}^4 \frac{y_{hijk}}{4}, \quad \hat{\tau}_{hij} = M_{hij} \overline{y_{hij}}, \quad \hat{\mu}_{hi} = \frac{1}{n_{hi}} \sum_{j=1}^{n_{hi}} \hat{\tau}_{hij}$$

양식어업의 경우 :

$$\widehat{V}(\hat{\tau}_{hi}) = N_{hi}(N_{hi} - n_{hi}) \frac{s_{hi}^2}{n_{hi}} + \frac{N_{hi}}{n_{hi}} \sum_{j=1}^{n_{hi}} M_{hij}(M_{hij} - 5) \frac{s_{hij}^2}{5}$$

$$s_{hij}^2 = \frac{\sum_{k=1}^5 (y_{hijk} - \overline{y_{hij}})^2}{4}, \quad s_{hi}^2 = \frac{\sum_{j=1}^{n_{hi}} (\hat{\tau}_{hij} - \hat{\mu}_{hi})^2}{n_{hi} - 1}$$

$$\overline{y_{hij}} = \sum_{k=1}^5 \frac{y_{hijk}}{5}, \quad \hat{\tau}_{hij} = M_{hij} \overline{y_{hij}}, \quad \hat{\mu}_{hi} = \frac{1}{n_{hi}} \sum_{j=1}^{n_{hi}} \hat{\tau}_{hij}$$

위의 분산추정식을 이용하여 CV의 추정량을 구하면 다음과 같다.

$$\widehat{CV}(\hat{\tau}_h) = \frac{\sqrt{\widehat{V}(\hat{\tau}_h)}}{\hat{\tau}_h} \times 100(\%)$$

V. 사후관리방안

1. 모집단 관리

비계통어업생산조사는 매달 동일한 표본을 대상으로 연속적으로 조사하고 있는 계속 조사이므로 시간의 흐름에 따라 모집단의 상황이 변화하기 마련이다. 따라서, 모집단의 변화를 충분히 반영할 수 있도록 표본의 조정이 필요한 데, 신규어가가 생기고 기존의 어가가 다른 업종으로 전환하거나 어가 내 전업, 겸업 비율 그리고 어업형태에 따른 비율 등과 같은 모집단의 변동을 파악할 수 있는 자료가 미약해서 이들을 적시에 반영하기가 쉽지 않다. 그러나, 표본설계 당시의 모집단과 시간의 변화에 따른 최신의 모집단을 연계해서 모집단의 변동상황을 수시로 분석하여 표본설계의 수정 및 보완에 이용하고, 가중치 선정자료로 활용해야 한다.

2. 표본 관리

표본은 모집단의 특성을 충실히 반영해야 하는 데 선정된 표본이 시간의 변화에 따라 모집단을 대변하지 못하는 경우가 생기게 된다. 즉, 표본은 변하지 않는 데 모집단이 변하는 경우, 모집단이 변하지 않으나 표본이 변하는 경우, 그리고 모집단과 표본이 동시에 변하는 경우이다. 대부분의 경우 모집단과 표본이 동시에 변화하므로 이들의 변화를 동시에 감안하여 표본이 대표성을 유지하도록 해야 한다. 표본 관리는 조사 전에 이루어지는 것이 바람직 하나, 경우에 따라서는 사후적으로라도 관리를 해 줄 필요가 있다.

변화하는 모집단의 특성을 적시에 파악하여 이를 조사에 반영하는 것은 쉽지 않지만, 표본어가의 변화를 파악하는 것은 어느 정도 가능하다. 하지만 표본어가의 변화만을 고려할 때에는 얻어진 통계가 편향될 수 있다. 따라서, 표본의 변화를 모집단의 변화와 연계해서 반영해 주어야 한다. 만약 모집단과 표본의 변화를 조사 당시에 반영해 줄 수 없다면 조사가 이루어진 후에 사후적이지만 변화한 특성을 파악해서 이들을 조사결과에 반영하는 것이 필요하다.

3. 비표본오차 관리

최근 들어서 비표본오차의 비중이 커지고 있다. 조사과정 전체에서 발생하는 비표본오차는 원인이 다양하고 비표본오차의 효과를 정확히 측정하기 어렵다. 하지만 비표본오차의 원인을 파악해서 이들이 조사과정에서 발생하지 않도록 예방하는 것이 중요하다. 비표본오차의 주요 원인들과 예방법들을 살펴본다.

가. 포함오차

포함오차(coverage error)는 조사가 연구 대상이 되는 모집단을 충분히 나타내지 못하는 경우에 생긴다. 포함오차가 발생하는 경우 그리고 어가에 변동이 생겨서 모집단 틀에 조사대상 어가가 누락되거나 중복되는 경우 그리고 어가의 분류에 오류가 있는 경우 등이다. 따라서 포함오차는 초과되거나 미달된다.

비계통어업생산통계조사를 위한 이번의 설계에서는 2000년 12월 1일 기준의 어업총조사자료를 모집단 틀로 사용하였다. 따라서 그 이후에 어가가 업종을 바꾸거나 기존 어가의 형태가 변화하는 등, 모집단에 변동이 생겼으리라 예상된다. 포함오차를 줄이기 위해서는 이러한 어가의 변동을 수시로 파악해서 표본이 모집단을 충분히 반영하도록 해야 한다.

나. 무응답오차

무응답오차(nonresponses error)는 조사대상 어가가 조사에 응하지 않을 경우에 발생한다. 표본으로 추출된 어가가 응답을 하지 않는 경우는 단위무응답이라 하고 조사에 응한 어가에서 일부 조사항목에 응답을 하지 않은 경우를 항목무응답이라 한다. 단위무응답에 대해서는 결측 어가를 다른 어가로 교체(substitution)하거나 가중치를 조정해주는 방법을 사용한다. 조사항목 중에서 일부 항목에 무응답이 있는 경우 대체(imputation)방법을 사용하거나 역시 가중치를 조정해준다. 표본자료에 가중치를 주는 목적은 표본의 대표성을 증진시키기 위함이다. 무응답오차를 줄이기 위해서는 1차적으로 무응답이 발생하지 않도록 하는 것이다. 이를 위해서 표본어가를 대상으로 조사의 중요성과 필요성을 홍보하고 적절한 보상을 하여 최대한 응답률을 높이도록 한다.

다. 응답오차

응답오차(response error)는 응답자들이 사실대로 응답을 하지 않은 경우에 생긴다. 응답자들이 설문 내용을 잘못 해석하거나 설문지가 정확한 응답을 유도하지 못하게 만들어지는 등의 경우에 응답오차가 발생한다. 비계통어업생산통계조사는 응답자가 스스로 작성하는 자계식 방법으로 이루어지므로 응답자들의 입장에서 오류가 발생하지 않도록 설문지 작성에 각별한 주의를 기울인다. 면접조사에서는 조사원의 선정과 훈련과정이 비표본오차의 관리에 중요하다. 조사원과 응답자간의 관계를 친숙하게 하는 것이 자료의 질을 향상시키는데 큰 역할을 한다. 이는 지난 4월 표본어가를 현장 방문한 결과에서도 알 수 있었다.

VI. 요약 및 제언

이 보고서는 통계청의 연구용역으로 이루어진 비계통어업생산통계조사를 위한 표본설계의 결과이다. 본 표본설계의 특징을 요약하면 다음과 같다.

첫째, 본 표본설계는 우선 어업형태(어로어업과 양식어업)로 총화한 후 주요 어종(어로어업 41개, 양식어업 11개)별로 할당된 조사구를 지역별로 비례할당하여 어업조사구를 1차 추출한 후, 추출된 어업조사구내의 어가를 2차추출하는 총화 2 단 집락추출법을 이용하였다.

둘째, 표본의 크기는 1차추출단위를 어로어업의 경우 200개 조사구, 양식어업의 경우 50개 조사구, 2차추출단위를 어로어업의 경우 4가구씩 양식어업의 경우 5가구씩으로 하여 총 1,050가구의 어가를 추출하도록 하였다. 기존의 설계에서는 194개 1차추출단위에서 각각 5가구씩을 뽑아 총 970가구를 추출하였으므로, 조사구를 기준으로 하면 56개의 조사구가, 가구수를 기준으로 하면 80가구가 늘어난 셈이다. 하지만 이러한 단순 수치비교는 조사구 구성 자체에 차이가 있으므로 별 의미는 없는 것으로 생각된다.

셋째, 본 표본설계의 주 목적이 비계통 어종별 총생산량의 추정에 있는 만큼 추정의 정도가 어종별 총생산량을 기준으로 설계하였으므로 지역별 어종의 총계의 정도는 높지 않을 수 있다. 한편, 추정하고자 하는 어종이 114종이나 되므로 생산량이 아주 적은 어종에 대해서는 본 조사로 신뢰성있는 통계를 구하는 것은 무리라고 볼 수 있다.

끝으로 이 조사가 더욱 효율적이며, 신뢰성있는 결과를 산출하도록 하기 위하여 다음과 같은 몇 가지 사항들을 고려해야 한다.

첫째, 본 조사는 매달 연속적으로 조사하고 있는 계속조사이므로 시간의 흐름에 따라 모집단의 상황이 변화하기 마련이다. 따라서, 변화하는 모집단을 잘 반영할 수 있도록 모집단과 표본의 관리가 필요하다.

둘째, 실제 조사 현장에서 가장 중요한 것은 조사원의 자질과 그 역할이다. 다행스럽게도 각 지방통계사무소 및 출장소 내에 있는 조사원들은 잘 훈련이 되어있는 것으로 파악되었다. 그러나, 새롭게 변화된 표본설계의 전체적인 개념을 이해할 수 있도록 충분히 교육시키는 것이 필요하다.

셋째, 본 조사는 표본어가의 가구원이 매월의 비계통어업생산량을 그 때마다 제대로 기억하고 있어야만 정확하게 이루어질 수 있는 조사이므로 응답자의 협조와 조사에 대한 올바른 이해가 절대적으로 필요한 조사라고 할 수 있다. 따라서, 응답자의 협조를 높이기 위한 방안들이 다각적으로 검토되고 시행되어야 한다. 만일 응답자로부터 얻은 정보가 부정확한 것이라면 이를 근거로 하여 산출되는 통계는 그 신뢰성이 매우 떨어질 것이다.

넷째, 본 조사업무를 담당하는 관계들이 보다 전문성을 확보할 수 있도록 할 것이 요구된다. 인사 및 업무의 변동 등으로 인해 담당자들이 자주 바뀌게 되면 전반적인 표본설계나 조사체계에 대한 이해나 관리가 허술해 질 수 있기 때문이다.

다섯째, 어업생산량조사 중 비계통어업생산량의 발표 양식에 변화가 있어야 할 것이다. 계통어업생산량은 전수조사에 의해 이루어진다고 볼 수 있으므로 각 지역별 어종별로 발표를 해도 되지만 비계통어업생산량은 아주 작은 표본을 통해 얻어지는 표본조사이므로 그 오차를 고려하지 않은 채 지역별 어종별로 발표하는 것은 무리이다. 따라서, 지역별 추정량은 그 오차의 범위가 너무 크므로 발표하는 것은 무리가 따르게 된다. 만약 공표를 한다면 정도가 높은 지역에 한해서만 발표하는 것이 옳바르다고 볼 수 있다.

참고문헌

1. 대한통계협회(1997), 수산물 비계통생산고조사 표본설계.
2. 박홍래(2000), 통계조사론, 영지문화사.
3. 통계청(2001), 2000 어가경제통계
4. 통계청(2002), 2001 어업기본통계조사보고서.
5. 통계청(2001), 어업생산통계.
6. 통계청(2002), 2000 어업총조사 보고서.
7. 통계청(2001), 2000 어업총조사 분석보고서.
8. Lessler, J. T. and Kalsbeek, W. D.(1992), *Nonsampling Error in Surveys*, John Wiley and Sons.
9. Little, R. J. A. and Rubin, D. B. (1987), *Statistical Analysis with Missing Data*, John Wiley and Sons.

부록표

1. 표본조사구 및 대체표본조사구 목록

1. 표본조사구 및 대체표본조사구 목록

- 부산 -

어업형태	표본조사구수	표본조사구	대체표본조사구
어로어업	15	210206701	210705701
		210206801	-
		210406601	210705709
		210406602	-
		211005601	210705701
		211006001	-
		211006201	-
		211006202	-
		211006203	-
		211006204	-
		211205608	-
		211205611	-
		211406001	211406002
		213101107	-
		213101209	213101208
양식어업	3	211205409	211205410
		211205705	211205703
		211205707	211205704
합계	18	18	

- 인천 -

어업형태	표본조사구수	표본조사구	대체표본조사구
어로어업	8	230106307	-
		230106309	230106302
		230405101	230106304
		233103307	233103407
		233103311	233103310
		233203102	-
		233203501	-
		233203502	233203503
양식어업	2	230106205	230106308
		230106302	230106307
합계	10	10	

- 울산 -

어업형태	표본조사구수	표본조사구	대체표본조사구
어로어업	3	260405407	260405406
		263103105	263103104
		263103114	263101106
합계	3	3	

- 경기 -

어업형태	표본조사구수	표본조사구	대체표본조사구
어로어업	5	311506101	313303713
		313304001	313304002
		313304010	313304009
		313304020	313304019
		313304022	313304021
합계	5	5	

- 강원 -

어업형태	표본조사구수	표본조사구	대체표본조사구
어로어업	4	320303406	320405907
		320405906	-
		320605101	320605602
		324103203	324103501
합계	4	4	

- 충남 -

어업형태	표본조사구수	표본조사구	대체표본조사구
어로어업	40	340301103	340301102
		340301104	-
		340301105	340303210
		340301106	343403105
		340303211	340303212
		340303213	340303310
		340303309	340303318
		340303313	340303314
		340303317	340503221
		340303707	340303318
		340305603	-
		340501104	340501107
		340501106	340503302
		340501112	340501102
		340501115	340501103
		340501116	340501113
		340503301	340503302
		340503411	340503412
		340503413	343803210
		343403111	-
		343403101	-
		343403102	343403106
		343403107	343403103
		343403109	343403111
		343403112	343403110
		343404005	343403906
		343404013	343404012
		343404101	343404105
		343603701	343603702
		343603713	343603712
		343603714	343603711
		343803106	343803102
		343803107	343803108
		343803313	343803416
		343803321	343803322
		343803408	343803407
		343803417	343803109
		343903215	343903211
		343903219	343903218
		343903903	343903812

양식어업	11	340303402	-
		340303405	-
		340503409	-
		340503412	340503411
		343801223	343801215
		343803103	-
		343803307	343803308
		343803317	-
		343803414	343803415
		343803602	343803513
		343803613	34383607
합계	51	51	

- 전북 -

어업형태	표본조사구수	표본조사구	대체표본조사구
어로어업	18	350203908	350203907
		350203911	350203909
		350204003	350604401
		350205101	350207201
		350207311	350603903
		350601101	350603101
		350603901	350603902
		350603905	350603904
		353703502	353703501
		353703510	353703512
		353703601	-
		353703909	353703902
		353803405	353703406
		353803410	350603902
		353803411	353703412
		353803612	353703614
		353804001	353704005
353804007	353704008		
양식어업	1	353703912	353703911
합계	19	19	

- 전남 -

어업형태	표본조사구수	표본조사구	대체표본조사구
어로어업	37	360105801	360105301
		360106601	360105701
		360201111	360201128
		360201127	360201129
		360203322	360203326
		360203327	360203328
		360203519	360203518
		360203520	360205801
		360205702	360205701
		360206602	363503118
		360206604	-
		360206907	360206906
		360207004	360206401
		360207005	360207001
		360303525	360303524
		360303526	360605104
		360603510	363603904
		360605302	-
		363503902	363503901
		363504109	363801219
		363504311	363504303
		363504312	363504310
		363504401	363504402
		363504403	363504404
		363504408	363504407
		363504423	363504425
		363603907	363603908
		363801213	363603915
		363801214	363701313
		363801216	363903510
		363801312	-
		363801315	363801313
		363803111	363903508
		363803715	364004022
		363901109	363903201
		364003611	364003612
		364203306	364203307

- 전남 - 계속

어업형태	표본조사구수	표본조사구	대체표본조사구
어로어업	23	364203416	364203415
		364203420	364701103
		364203505	364203508
		364301101	364303112
		364401220	364401221
		364401222	364401217
		364403601	364401224
		364601115	-
		364601120	364603701
		364601301	364601302
		364601320	364603614
		364603201	-
		364603304	364603307
		364603320	364603324
		364603402	364203101
		364703319	364701102
		364703606	364703607
		364703617	364703620
		364703619	364703621
		364803512	364703622
		364803607	364803608
		364803611	364803614
		364803614	364803613
양식어업	15	360203215	360203205
		360203409	-
		360206604	360206602
		360303525	360303526
		360605101	360303721
		360605302	363503501
		363503809	360605101
		363503901	363503903
		363601226	363601232
		363801312	363701314
		363803209	-
		363803211	-
		363903202	363901108
		363903210	363903301
364003508	364003503		

- 전남 - 계속

어업형태	표본조사구수	표본조사구	대체표본조사구
양식어업	7	364003611	364003609
		364301101	364403601
		364403602	-
		364601201	364601216
		364601304	364601305
		364603311	361603311
		364603324	364603319
합계	82	82	

- 경북 -

어업형태	표본조사구수	표본조사구	대체표본조사구
어로어업	12	370111120	370111104
		370113210	-
		370113317	360113312
		370113404	-
		370113405	-
		370113407	370113408
		370113411	370113410
		370201104	370201109
		370203210	370203207
		373503612	370201104
		373503613	-
		374201112	374201109
합계	12	12	

- 경남 -

어업형태	표본조사구수	표본조사구	대체표본조사구
어로어업	28	380213102	380213109
		380213104	380213105
		380213111	-
		380213114	380603301
		380215107	380501125
		380406202	380215106
		380406406	380406201
		380501131	380406405
		380503106	380505501
		380503109	380501122
		380503112	-
		380503115	380406408
		380503307	-
		380503402	380503304
		380603301	380503409
		380603510	380603511
		380903417	-
		380903510	380903509
		380903619	383503609
		380903805	380903610
		380903906	380903902
		380905101	383401111
		383403104	383404210
		383404314	383404217
		383501104	383503103
		383503611	383503616
		383603614	383603613
		383603813	383603812
양식어업	11	380213102	-
		380213104	-
		380503211	-
		380503515	-
		380505702	380505704
		380603305	380603309
		380605901	380605903
		380903417	380903402
		380903806	380903910
		380903902	380903901
383503806	383603608		
합계	39	39	

- 제주 -

어업형태	표본조사구수	표본조사구	대체표본조사구
어로어업	7	390105801	390106703
		390106801	390106901
		390205102	-
		393201142	393201141
		393201336	393201302
		393201338	393201337
		393203105	390206116
합계	7	7	