

통계학적 접근에 의한 연안어업의 조업어장 위치 및 범위결정에 관한 연구[†]

강용주* · 김기수** · 이성백***

A Statistical Approach for the Determination of Location and Range of Fishing Grounds in the Coastal Vessel Fishery

Kang, Y. J., Kim, K. S**, and Yi, S. B.***

〈 목 차 〉

I. 서론 및 문제제기	IV. 실증분석결과
II. 연안어업의 조업어장위치 및 범위 조사실태 .	V. 요약 및 결론 참고문헌
III. 통계적 접근의 이론적 기초	Abstract

I. 서론 및 문제제기

공공사업으로 인하여 어업이 피해를 입는지의 여부는 공공사업으로 인한 어업피해 범위와 공공사업지구 인근해역에서 조업하는 각종 어업의 어장의 위치와 범위를 대조하여 결정한다. 어장이 일부라도 공공사업으로 인한 어업피해범위 안에 포함된다면 그 어업은 공공사업으로 인한 피해를 입는 것으로 판정된다. 따라서, 공공사업으로 인한 어업피해의 여부를 판정하기 위해서는 어장의 위치와 범위를 확인하여야 한다.

수산업법 제2조의 4에 의하면 어장은 동법 제8조에 규정된 면허어업이 조업하는 일

접수 : 2007년 4월 25일 게재확정 : 2007년 5월 28일

[†] 본 연구 논문을 읽고 유익한 논평을 해주신 부경대학교 자연과학대학 하강열교수와 공과대학의 윤종락교수에게 감사의 뜻을 표하고자 한다. 이분들의 여러 가지 제언은 본 논문의 이론적 기초를 보완하는데 큰 도움이 되었음을 밝혀둔다.

*부경대학교 자원생물학과 교수

**부경대학교 국제통상학부 교수(Corresponding author : 051-620-6526, kimks@pknu.ac.kr)

***부경대학교 수리과학부 교수

정한 수면을 가리킨다. 따라서, 어장이라는 용어는 법률적으로는 면허어업이 조업하는 특정의 수면에 대해서만 사용된다. 한편, 허가어업과 신고어업의 경우에 조업을 하는 수면을 가리켜 어장(어업허가및신고등에관한규칙 제6조 제4항 및 제5항의 의한 별표 7), 조업구역(수산업법 제41조 제1항의 2, 동법 제42조 제3항, 어업허가및신고등에관한규칙 제6조 제4항의 4, 동규칙 제16조 제1항 및 제2항, 동규칙 제18조 제1항의 7, 동규칙 제32조의 제1항), 조업장소(수산업법 제44조 제4항의 1) 또는 조업수역(어업허가및신고등에관한규칙 제6조 제5항의 3, 동규칙 제31조의 4, 동규칙 제35조의 2의 제2항의 1, 동규칙 제35조의 2의 제3항의 1, 동규칙 제38조의 제1항)이라고 하여 일관되게 사용하는 용어가 확정되어 있지 아니하다. 그래서, 본 연구에서는 어업의 종류를 불문하고 어업이 이루어지는 장소를 가리켜 어장이라고 하기로 한다. 이상에서 어업 유형별로 어장의 위치와 범위 그리고 산출면적기준과 단위를 정리하면 < 표 1 > 과 같이 제시될 수 있다.

그런데 상술한 바와 같이 어업의 종류에 따라서는 어장의 위치와 범위가 어업처분(어업처분이라 함은 어업의 면허, 허가 또는 신고 수리를 하여 면허증, 허가증 또는 신고필증을 발급하는 행정 행위를 가리킨다)에 의해 확정되어 있는 어업이 있는가 하면 그렇지 아니한 어업이 있다. 본 논문에서 다루고자 하는 연안어업의 경우 어선으로 어업생물을 채취하면서 조업하는 어업에 있어서는 어장이 광범위한 데다가 어떤 조건을

< 표 1 > 어업종류별 어장의 위치와 범위 및 면적의 산출기준과 단위

	어업종류	위치와 범위	면적	산출단위
면허어업	정치망어업	면허어장	면허면적	어업권
	해조류양식어업	"	"	"
	패류양식어업	"	"	"
	어류등양식어업	"	"	"
	복합양식어업	"	"	"
	협동양식어업	"	"	"
	마을어업	"	"	"
허가어업	근해어업	실제조업어장	실제조업어장면적	수협, 선단, 지역, 항포구
	연안어업	"	"	수협, 지역, 어촌계, 항포구
	해상종묘생산어업	시설의 위치와 규모	시설허가규모	어업건
	정치성구획어업	"	허가면적	"
	이동성구획어업	실제조업어장	실제조업어장면적	수협, 지역, 어촌계
	육상양식어업	시설의 위치와 규모	시설신고규모	어업건
	육상종묘생산어업	"	"	"
신고어업	맨손어업	실제조업어장	실제조업어장면적	수협, 지역, 어촌계
	나잠어업	"	"	"
	투망어업	"	"	"

벗어나지 않는 한계 내에서는 위치와 범위가 가변적이기 때문에 어장을 확정하기가 용이하지 않다.

그러므로 이동성어업인 연안어업어장의 위치와 범위는 어업허가증에 의해서는 광역해역을 어장으로 이용하도록 처분되어 특정할 수 없으며 조사자가 합리적인 방법을 적용하여 특정하여야 한다.

본 논문은 어업피해영향조사시에 조사기관마다 일정한 기준과 원칙이 없이 자의적으로 결정되고 있는 현행의 연안어업의 조업어장위치와 범위결정에 있어 통계학적 방법론을 도입하여 보다 객관적이고 엄밀한 결정방법을 제시하고자 시도되었다.

II. 연안어업의 조업어장위치 및 범위조사실태

어선으로 수산생물이 분포하는 어장을 찾아가 조업하는 연안어업은 어장의 위치가 가변적이며 범위가 매우 넓다. 통상의 경우 연안 어선어업의 조사대상 건수가 수백에서 수천건에 이르고 있기 때문에 각 어선별로 조업어장을 정확히 결정하는 일은 거의 불가능에 가깝다. 어선어업의 특성상 인접한 어촌계는 조업구역이 거의 유사한 점과 주어진 조사기간 및 조사인력을 감안할 때 어촌계별 또는 어촌계군별(지역별)로 어선어업의 조업어장을 추정하는 것이 일반적이다.

통상 조업어장의 위치를 파악하기 위해 먼저 모든 어업인에게 표 2의 조사표 및 그림1의 조업어장 표시용 해도를 배부하여 작성, 제출하도록 한다. 각 어업인으로부터 회수한 자료에 표시된 통상항행속도, 어장에 도달하기까지의 평균항해시간, 1회 평균 조업시간, 1회 조업시의 사용 유류량 등에 대하여는 어촌계별로 어선의 제원과 관련하여 그 타당성을 검토하게 된다. 검토결과 타당성이 있는 것으로 판단되는 자료에 대해 해도에 표시한 조업구역을 해구별로 구별하여 활용 빈도수를 산출하게 된다.

사례를 들어 설명하자면 그림1의 조업어장 표시용 해도는 000 공익사업 사업지구의 주변해역을 가로와 세로 공히 2km의 해구(海區)로 구획한 것이다. <그림 1>에 표시된 조업구역은 어업인들이 자의로 표시한 것으로서 그것을 그대로 인정할 수는 없으며 검정이 필요한바, 그 검정방법 중의 하나는 출입항신고서 등 공부상에 기록된 출어수역을 확인하는 것이다. 선박안전조업규칙 제13조에 의해 어업인들은 출입항을 할 때마다 출입항신고서를 각급 신고소에 신고를 하게 되어 있고 신고시마다 출어수역을 신고한다. 이 신고시의 출어수역은 조사자가 어업인들에게 배포한 어장조사용 해구도상의 해구번호로 표시되어 있지는 않지만 어업인들이 출어하는 조업수역을 대략이나마 파악할 수 있다는 점에서 중요한 자료가 된다. 그러나, 통상의 경우 어민이 신고한 출어수역을 보면, 광역해역 등으로 표시되어져 있어 구체적인 조업구역의 파악은 곤

< 표 2 > 어선어업 조업어장조사표

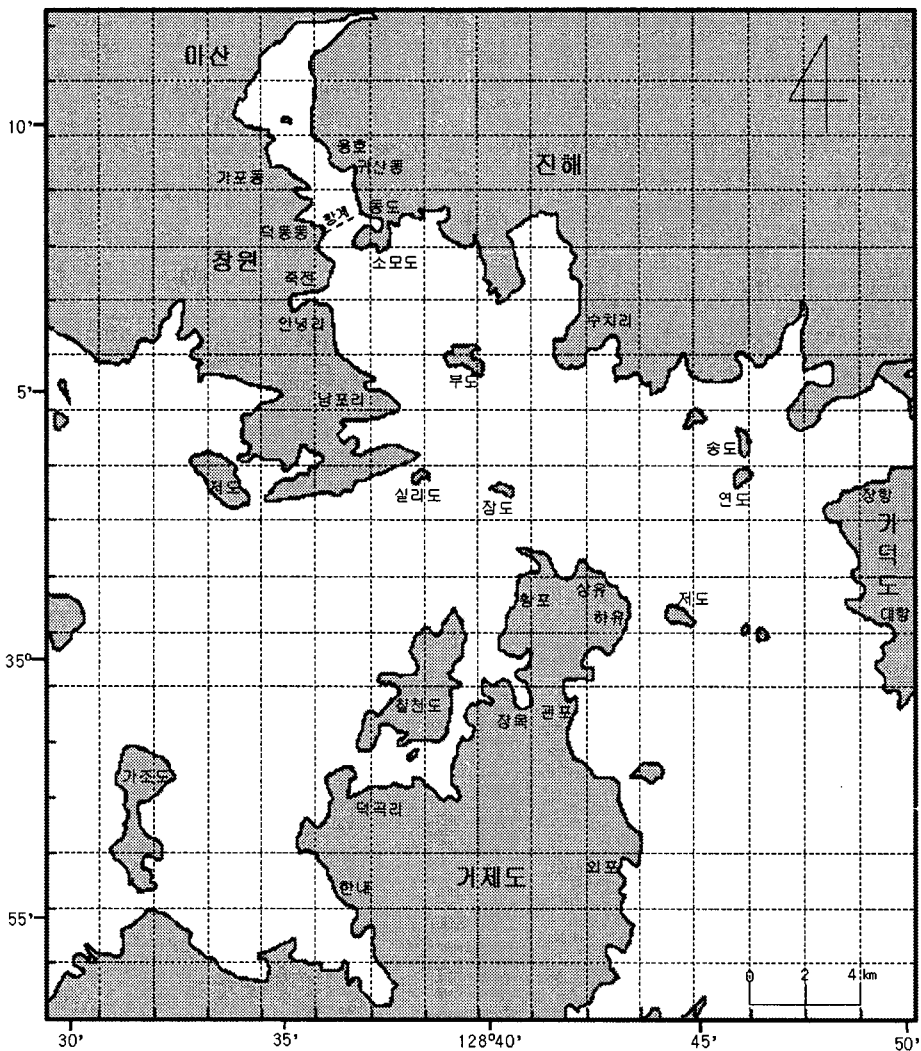
어선어업 조업어장조사표

어촌계명 : No. _____

1) 어 선 명		3) 총 톤 수	톤				5) 동 력	종류 :					
2) 선 주 명		4) 업 종	1						제원 : 마력				
			2										
6) 주어획어종 (주요 어종 기 입)	봄 : 여름 : 가을 : 겨울 : (예) 봄 : 봉장어(40%), 도다리(30%), 전어(15%), 기타(15%)												
7) 조업위치	* 첨부 조업어장도에 해구별로 빗금표시												
8) 통상항해속도	노트					9) 어장까지 노트의 평균 항해 시간			시간 분				
10) 1회 평균조업 시간	시간					11) 1회 조업 소요 유류량			리터				
12) 월평균조업 일수 (일)	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	합계
13) 현재 어업여부 :													어업 종사중인 경우 - 전업(), 부업() ← ○로 표시
													휴업중인 경우 - 휴업기간 (년 월부터 휴업)
위 내용과 상이 없음.													
작 성 일 자 : 년 월 일 작성자 주소 : (전화 :) 작성자 성명 : (인)													
* 모든 항목은 0000년 - 0000년의 3년간을 기준으로 작성해 주시기 바랍니다.													

란한 경우가 많다. 그리고 다른 검정방법으로서는 주변의 어업환경과 기존의 보고서 등 문헌에 제시된 조업어장과 비교하여 검토하거나 현지를 방문하여 당일 조업한 어선을 중심으로 조업한 위치를 해도 및 GPS 등에 의해 확인한 결과와 비교하여 조업어장의 범위를 추정하는 것이다.

하지만 상술한 방법에 의한 연안어업의 조업어장위치결정은 그나마 불완전하지만 어민진술자료를 기초로 현장실사 또는 다른 공부상의 기록을 통한 검정절차를 거친다는 측면에서 어민진술자료를 무비판적으로 수용하는 경우보다는 진일보한 것으로 보인다. 하지만 통상적으로 어민들은 공공사업이 벌어지는 인근해역에서 조업한다고 주



<그림 1> 조업어장 표시용 해도(마산만 인근수역의 예)

장할뿐 아니라 실제 조사기간동안 해당지역에서 조업하는 빈도를 높이는 등의 기회주의적인 행동을 한다는 것을 감안한다면 보다 엄밀한 검정방법이 요구된다 할 것이다.

Ⅲ. 통계적 접근의 이론적 기초

연안어업의 조업구역은 광역지방자치단체의 관할수역이므로 조사를 받는 어업인들이 조사자의 어장조사용 해구도에 표시한 조업구역을 그대로 인정할 수는 없다. 어업인들이 조사자의 어장조사용 해구도에서 주장하는 조업구역은 반드시 검정이 요구된다 할 것이다.

본 논문에서 시도하고자 하는 검정 작업은 몇 개의 독립된 방법에 의해 구한 선착장과 조업구역 간의 거리를 추측통계학적으로 검정하여 어업인이 주장하는 어장의 진위를 판정하는 것이다. 그 중 하나의 방법은 조사자가 어업인들에 배포한 어장조사용 해구도에서 어업인들이 표시한 선착장과 조업해구 간의 거리를 산출하는 것이다. 그리고 다른 하나는 현장조사원이 실제 조사선을 이용하여 선착장과 조업해구 간의 거리를 측정하는 것이다. 나머지 하나는 연간면세연료유구입실적 · 항차당 연료유소모량 · 연간출어일수에 근거하여 선착장과 조업해구 간의 거리를 산출하는 것이다. 연간면세연료유구입실적은 어업용연료유를 면세판매하는 당해 수산업협동조합에 의해, 그리고 연간출어일수는 출입항신고기록에 의해 제각기 공적으로 확인될 수 있다. 어장조사용 해구도에서 어업인들이 표시한 선착장과 조업해구 · 연간면세연료유구입실적 · 연간출어일수는 평균연간어획량을 평가하기 위하여 수산업법시행령 제62조 별표 4의 규정에 의해 설정된 최근 3년 간에 대해 입수한 것이어야 함을 물론이다. 항차당 연료유소모량은 조사기간에 조사대상의 각 어선에 대해 실제로 측정하여 확인한 자료를 활용할 수 있다.

가. 분산분석(ANOVA)

조업구역을 추정하는데 사용된 자료의 유효성 여부를 추측통계학적 방법에 의해 검증하기 위하여 선착장에서부터 어장중심까지의 1항차당 거리를 아래와 같은 세 가지 방법에 의해 어촌계별로 산출한 후, 분산분석을 통하여 그 1항차당 거리 간에 통계적인 차이가 있는지를 검정하고 만약 차이가 있다면 이들 간에 어떤 상관관계가 있는지 살펴본다.

방법 1 : 선착장과 어장중심 간의 왕복거리(이하, '항차당거리' 라고 함)를 어업인이 그림 2 해도에 직접 표시하여 제출한 자료로부터 구한다.

방법 2 : 항차당거리를 어업인의 3년간의 면세유구입실적과 연간출어일수에 근거

하여 구한다. 단, 연간 면세연료유 구입실적과 선박출입항신고서는 평균연간어획량을 평가하기 위하여 수산업법시행령 제62조 별표 4의 규정에 의해 설정된 최근 3년간의 것이다. 또한, 연간 면세연료유구입실적은 어업용 연료유를 면세 판매하는 당해 수산업협동조합에 의해, 그리고 연간출어일수는 선박출입항신고기록에 의해 각각 확인한다.

방법 3 : 항차당 거리를 실제 상주 조사원이 직접 측정한 어업인의 선착장과 어장 중심까지의 항차당 실제연료유소모량을 기초로 산출한다.

항차당거리가 상기의 산출방법에 의해 영향을 받는지 살펴보기 위해 항차당거리의 전체모평균을 μ , 모분산을 σ^2 이라 하자. 산출방법에 따라 3개의 범주로 나누어 어업인이 직접표시한 자료에서 구한 항차당거리의 모평균을 μ_1 , 모분산을 σ_1^2 라 하자. 이 집단에서 추출된 표본의 크기가 n_1 이면 표본은 $x_{11}, x_{12}, \dots, x_{1n_1}$ 이 된다. 같은 방법으로 공부상의 자료에 근거하여 구한 항차당거리의 모평균을 μ_2 , 모분산을 σ_2^2 , 표본크기를 n_2 , 표본을 $x_{21}, x_{22}, \dots, x_{2n_2}$ 이라 하자. 또한 상주원의 직접조사에 의해 구한 항차당거리의 모평균을 μ_3 , 모분산을 σ_3^2 , 표본크기를 n_3 , 표본을 $x_{31}, x_{32}, \dots, x_{3n_3}$ 이라 하자. 따라서 표본크기는 $n = \sum_{i=1}^3 n_i$ 이며, 전체표본은 $\{x_{ij} | i=1, 2, 3, j=1, 2, \dots, n_i\}$ 이다. 즉 x_{ij} 는 항차당거리의 측정방법이 i 인 집단의 제 j 번째 관찰점에서 계산된 항차당거리 값이다.

지금까지 정의한 기호들을 사용하여 귀무가설을 나타내면 다음과 같다.

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 \quad (\text{식1})$$

이 귀무가설은 세 가지 측정방법에 의해 계산된 항차당거리의 모평균은 동일하다는 주장이다. 이 주장이 옳다는 것을 어업인이 주장하는 어장의 위치와 범위를 판정하는 경우의 언어로 변환한다면 “어업인이 조사자의 어장조사용 해구도 그림1에 표시한 조업구역과 면세연료유구입실적, 출입항신고기록, 항차당 연료유소모량에 의해서 추정된 조업구역, 그리고 상주조사원의 직접조사에 의해 결정된 조업구역이 다르다고 판단할 수 있는 증거가 부족하므로 어업인이 주장하는 조업구역이 거짓이라고 판단해서는 안된다”는 것을 의미한다.

이 귀무가설에 대한 대립가설은 여러 종류가 있을 수 있으나, 잠정적으로 귀무가설이 성립하지 않는 경우를 대립가설이라고 하기로 한다. 귀무가설을 기각하고 대립가설을 채택한다는 것은 “어업인이 표시한 조업구역, 공부상의 자료에 의해 추정된 조업구역, 그리고 상주원의 직접조사에 의해 결정된 조업구역이 모두 일치한다는 충분한 근거가 없다”는 것을 의미하며 어업인이 표시한 조업구역의 진위는 다른 두 방법에 의한 조업구역과의 비교를 통하여 판단하게 된다.

이 귀무가설을 검정하기 위해서는 모평균 값을 모르기 때문에 모평균 대신 표본평균을 사용하는 것이 타당하다. 표본평균들을 다음과 같이 표기하기로 하자.

\bar{x}_i = 제 i 번째 모집단의 표본평균(즉, 측정방법이 i 번째인 모집단의 표본평균)

\bar{x} = 전체모집단의 표본평균

귀무가설이 참이라면, 즉, 세가지 측정방법에 의해 계산된 항차당거리의 모평균들이 같다는 것은 세 표본평균들 $\bar{x}_1, \bar{x}_2, \bar{x}_3$ 가 서로 가까워야 한다는 것을 의미한다. 수리통계학의 관점에서 보면 각 모집단이 정규분포를 따른다는 조건하에서 세 표본평균이 가깝다는 것은 다음의 측도가 작다는 것으로 정의할 때 가장 의미있고 다루기 쉽다.

$$(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)^2 + (\bar{x}_2 - \bar{x}_3)^2 + (\bar{x}_3 - \bar{x}_1)^2 \quad (\text{식 2})$$

이 제곱합이 충분히 작을 때 귀무가설을 채택해서 모평균들 사이에 통계적으로 차이가 없다고 결론지을 수 있다. 이 제곱합이 유의적으로 0과 다르지 않다는 것을 결정하기 위해 다음의 등식을 사용한다.

$$\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_{..})^2 = \sum_{i=1}^3 n_i (\bar{x}_i - \bar{x}_{..})^2 + \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_i)^2 \quad (\text{식 3})$$

이 식의 좌변을 총제곱합(total sum of squares : SST), 우변의 첫째항을 요인제곱합(sum of squares due to factor : SSF), 두 번째항을 오차제곱합(sum of squares due to error : SSE)이라 부른다. 요인제곱합은 요인으로 설명되는 변동량으로 여기서는 측정방법의 차이로 인하여 설명되는 변동량이라고 할 수 있다. 오차제곱합은 요인에 의해 설명되지 않는 변동량이다.

만일 변수인 항차당거리가 정규분포를 갖는다면 다음 식이 성립한다.

$$\frac{SSE}{\sigma^2} \sim \chi_{n-3}^2 \quad (\text{식 4})$$

또한 귀무가설하에서 다음 식들이 성립한다.

$$\frac{SSF}{\sigma^2} \sim \chi_2^2 \quad (\text{식 5})$$

$$\frac{SST}{\sigma^2} \sim \chi_{n-1}^2 \quad (\text{식 6})$$

각 제곱합을 자유도로 나눈 것을 평균제곱(meas square : MS)이라 부를 때 요인평균제곱과 오차평균제곱의 비는 정규분포가정하에서 F분포를 한다. 즉, 다음이 성립한다.

$$\frac{SSF/(3-1)}{SSE/(n-3)} = \frac{MSF}{MSE} \sim F_{2, n-3} \quad (\text{식 7})$$

요인제공합이 유의적으로 0과 다르지 않다는 것은 이 F통계량값이 자유도들이 2와 n-3인 F분포의 임계값보다 작다는 것을 의미한다. 이 경우 귀무가설을 기각할 수 없게 되며, 이는 요인이 반응변수에 유의적인 영향을 미치지 않는다고 결론짓는다. 즉, 세 가지 측정방법에 의해 계산된 선착장에서 어장중심까지의 항차당거리들 사이에는 유의적인 차이가 없다고 해석할 수 있다. 반면 요인평균제공이 오차평균제공보다 훨씬 클 때 F통계량 값도 커진다. 이 경우 세 가지 측정방법에 의한 항차당거리의 모평균들이 동일하다는 귀무가설은 기각되며, 다중비교(multiple comparison)를 통하여 모평균들 간의 관계를 살펴보아야 한다. 지금까지의 내용은 표 3의 분산분석표를 통하여 정리할 수 있다.

〈표 3〉 분산분석(ANOVA)표

	제공합	자유도	평균제공	F값
요인	$SSF = \sum_{i=1}^3 n_i(\bar{x}_i - \bar{x})^2$	3 - 1	$MSF = SSF/3 - 1$	$F = MSF/MSE$
오차	$SSE = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^n n_i(x_{ij} - \bar{x}_i)^2$	n - 3	$MSE = SSE/(n - 3)$	
전체	$SST = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^n n_i(x_{ij} - \bar{x})^2$	n - 1		

단, x_{ij} : i번째 모집단으로부터 얻은 j번째 관찰값 \bar{x}_i : i번째 모집단으로부터 얻은 표본평균
 n_i : i번째 모집단에서 뽑은 관찰값의 수 n : 관찰값의 총수

나. 다중비교

요인이 I(≥3)개의 처리수준을 가지고 있으며, 처리수준에 따른 모평균들을 $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_I$ 라고 하자. 만일 분산분석의 결과 F검정의 결과로 귀무가설이 기각된다면 요인이 반응변수에 영향을 미친다고 결론지을 수 있다. 즉, 모평균들 $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_I$ 중 일부가 서로 다를 것이라고 결론짓는다. 다중비교란 이러한 경우에 표본평균들을 비교하여 모평균들 사이의 구조를 이해하기 위한 절차이다. 이러한 다중비교법들 중에는 가장 보편적인 방법으로 사용되는 최소유의차(LSD)방법이 있고 그 외에도 여러 방법이 있지만¹⁾ 여기서는 최소유의차(LSD) 방법만을 제시하기로 한다

① 최소유의차검정법

최소유의차검정(least significant difference test : LSD test)는 단순비교의 가장 단순한 방법으로 표본평균들의 모든 쌍에 대해서 t검정을 하는 것이다. 이 방법은

1) 최소유의차(LSD)법 이외에도 Bonferroni법, Sidak법, Scheffe법, Tukey법 등이 있다.

Fisher에 의해서 제시된 것이므로 Fisher법이라고도 부른다. 최소유의차검정법에 의하면 제 j번째 모집단의 표본평균 와 제 k번째 모집단의 표본평균 \bar{x}_k 가 다음 식을 만족하면 유의수준 α 에서 모평균들 μ_j 와 μ_k 가 동일하지 않다고 결론짓는다.

$$\frac{|\bar{x}_j - \bar{x}_k|}{s \sqrt{\frac{1}{n_j} + \frac{1}{n_k}}} \geq t_{v, \alpha/2} \quad (\text{식 8})$$

여기서 s^2 은 σ^2 의 추정량으로서 $s^2 = \sqrt{MSE}$ 이고 v 는 오차제곱합의 자유도이며 $t_{v, \alpha/2}$ 는 자유도가 v 인 t분포에서 오른쪽 꼬리부분의 면적이 $\alpha/2$ 가 되게 하는 임계값이다.

IV. 실증분석결과

이상의 연안어장의 위치결정을 위한 통계적 접근방법의 타당성을 검증하기 위하여 본논문에서는 000 공공사업에 따른 어업피해보상사례서의 관련 어촌계 A, B, C 소속의 연안어업을 대상으로 사례분석을 시도하였다.

선착장에서 어장중심까지의 1항차당평균거리가 어민이 설문지에 기록한 방법, 상주원이 조사한 방법, 그리고 공부상의 자료를 이용한 방법 사이에 차이가 있는지 검증하기 위해 A, B, C 세 어촌계에 대하여 실증분석을 하였다. 선착장과 어장중심까지의 1항차당 거리는 표 4에 주어진 어선의 총톤수와 사용된 연료에 준하여 리터당 거리의 값을 환산하여 구하였다.

〈표 4〉 A, B, C 어촌계의 톤급별 연비

구 분	연비(meter/liter)	
	가솔린	경유
1톤미만	1889	1028
1-2톤미만	1540	722
2-3톤미만	-	605
3-4톤미만	-	747
4-5톤미만	-	684

자료 : 소형선박조종사 실기시험 시행을 위한 연구-최종보고서-, 2006.11, 한국해양수산연수원
 대우선박용 엔진 MD188/182/180 취급설명서, 2006, 대우중공업

가. A 어촌계

세 가지 방법에 의거하여 1 항차당 연료소비량을 이용하여 구한 항차당 거리의 표본평균들은 상주원이 조사한 경우가 가장 적으며 공부상의 자료에 근거하여 구한 경우에 가장 큰 값을 갖는다(표 5 참조). 또한 분산분석을 이용하여 각각의 방법들에 의

〈 표 5 〉 자료의 요약(A어촌계)

측정방법	표본크기	평균(meter)	표준편차(meter)
어민기록 (방법 1)	90	44178.01	81561.87
공부참조 (방법 2)	31	1112385.42	2802117.49
상주원조사 (방법 3)	143	39031.36	14281.75
	264		

〈 표 6 〉 분산분석표(A어촌계)

요인	제공합	자유도	평균제공합	F	p-값
측정방법	3.1405789E13	2	1.5702894E13	17.35	< .0001
오차	2.3617689E14	261	9.048923135E11		
총합	2.6758268E14	263			

〈 표 7 〉 다중비교(A어촌계)

측정방법	상주원조사(a-방법3)	어민기록(b-방법1)	공부참조(c-방법2)
평균(meter)	39031.36	44178.01	1112385.42
결과	A(*)	A(*)	B
t값($t_{.025, 261} = 1.9691$)	a와 b : 0.0402	b와 c : 5.3922	c와 a : 5.4182

* 동일한 문자는 같은 그룹을 의미함

해 구한 항차당 거리들 사이에 차이가 없다는 귀무가설은 기각되어 측정방법 간에 다소 차이가 있을 수 있다는 결론을 내리게 되었다(표 6 참조)

표본평균들을 사용하여 세 가지 방법들 사이에 어떤 관계가 있는지 살펴보기 위해 다중비교를 실시하였다. 최소유의차 검정법을 사용하기 위해 유의수준 0.05에서의 임계값 = 1.96909와 각 방법들에 의해 구한 항차당 평균거리들의 차를 이용한 t값을 비교하였다. 상주원이 조사한 경우와 어민이 조사지에 기록하여 구한 항차당 평균거리 사이의 t값은 0.0402로서 상주원이 조사한 경우와 어민이 조사지에 기록하여 구한 항차당 평균거리 사이에는 통계적으로 차이가 있다고 할 만한 충분한 근거가 없다. 즉, 두 집단이 다른 집단이라고 할 만한 충분한 근거가 없다. 그러나 이 두 방법에 의해 구한 항차당 거리의 모평균들은 공부상 자료에 근거하여 구한 항차당 거리의 모평균과는 차이가 있음을 알 수 있다(표 7 참조). 이러한 결과는 다른 다중비교 검정법들을 사용하였을 때도 동일한 결과를 보였다.

나. B 어촌계

항차당 거리의 표본평균들은 상주원이 조사한 경우가 가장 적으며 어민이 기록한 경우의 1/2에 해당하는 값을 갖는다. 공부상의 자료에 근거하여 구한 항차당 거리의

〈 표 8 〉 자료의 요약(B어촌계)

측정방법	표본크기	평균(meter)	표준편차(meter)
어민기록 (방법 1)	151	46647.63	54224.94
공부참조 (방법 2)	82	1338653.38	2055297.03
상주원조사 (방법 3)	89	37952.02	12717.28
	322		

〈 표 9 〉 분산분석표(B어촌계)

요인	제공합	자유도	평균제공합	F	p-값
측정방법	1.0253714E14	2	5.1268569E13	47.63	< .0001
오차	3.426192E14	319	1.0740414E12		
총합	4.4515634E14	321			

〈 표 10 〉 다중비교(B어촌계)

측정방법	상주원조사(a-방법3)	어민기록(b-방법1)	공부참조(c-방법2)
평균(meter)	37952.01	46647.63	1338653.38
결과	A(*)	A(*)	B
t값($t_{.025, 319} = 1.96743$)	a와 b: 0.0627	b와 c: 9.0881	c와 a: 9.1492

* 동일한 문자는 같은 그룹을 의미함

표본평균은 가장 큰 값으로 상주원조사의 경우보다 5배 이상 크게 나타났다〈 표 8 참조〉. 또한 분산분석을 이용한 결과 각 방법들에 의해 구한 향차당 거리들의 모평균들이 모두 같지는 않다는 결론을 내리게 되었다〈 표 9 참조〉

표본평균들을 사용하여 세 가지 방법들의 모평균들 사이에 어떤 관계가 있는지 살펴보기 위해 다중비교를 실시하였다. 최소유의차 검정법에 의한 유의수준 0.05에서 임계값은 $t_{.025, 319} = 1.96743$ 으로 상주원이 직접 조사한 방법과 어민이 조사지에 기록하여 구한 향차당거리의 모평균들의 차의 t값이 0.0627이므로 두 집단간에는 통계적으로 차이가 있다고 볼 수 없다. 그러나, 이들 두 집단 모두 공부상 자료에 근거하여 구한 모평균과는 통계적으로 차이가 있음을 알 수 있다〈 표 10 참조〉.

다. C 어촌계

C 어촌계의 경우도 역시 1향차당 거리의 표본평균들 상주원이 조사한 경우가 가장 적으며 공부상의 자료에 근거하여 구한 경우에 가장 큰 값을 갖는다〈 표 11 참조〉. 또한 각 방법에 의한 1향차당 거리의 모평균들 사이에 차이가 없다는 귀무가설은 기각되어 측정방법 간에 다소 차이가 있을 수 있음을 알 수 있다〈 표 12 참조〉. 최소유의차 검정방법에 의해 다중비교를 한 결과 유의수준 0.05에서의 임계값이 $t_{.025, 104} =$

〈표 11〉 자료의 요약(C 어촌계)

측정방법	표본크기	평균(meter)	표준편차(meter)
어민기록(방법 1)	48	32866.50	21886.87
공부참조(방법 2)	11	952613.76	1658622.14
상주원조사(방법 3)	48	26100.31	11932.00
	107		

〈표 12〉 분산분석표(C 어촌계)

요인	제공합	자유도	평균제공합	F	p-값
측정방법	8.4112022E12	2	4.2056011E12	47.63	< .0001
오차	2.753948E13	104	2.64802695693E11		
총합	35950683E13	106			

〈표 13〉 다중비교(C 어촌계)

측정방법	상주원조사(a-방법3)	어민기록(b-방법1)	공부참조(c-방법2)
평균(meter)	26100.31	32866.50	952613.76
결과	A(*)	A(*)	B
t값($t_{.025, 104} = 1.98304$)	a와 b: 0.0644	b와 c: 5.3469	c와 a: 5.3862

* 동일한 문자는 같은 그룹을 의미함

1.98304로서 상주원이 조사한 경우와 어민이 조사지에 기록하여 구한 항차당거리의 모평균의 차에 대한 t값 0.0644보다 크므로 두 집단은 같은 집단에 속한다고 할 수 있다. 그러나 이들 두 집단은 공부상 자료에 근거하여 구한 항차당거리와는 다른 집단에 속한다고 할 수 있다〈표 13 참조〉

라. 실증분석결과의 시사점

ABC 세 어촌계를 표본으로 어업인이 조사자에게 제출한 자료에 근거하여 구한 항차당거리, 어업인의 3년간의 면세유구입실적과 연간출어일수에 근거한 항차당거리, 그리고 상주 조사자가 직접 측정한 선착장과 어장 중심까지의 1항차당 실제연료유소 모량을 기초로 산출한 항차당거리를 이용하여 해당어민의 어장범위를 검증하였다. 이들 세 집단의 모평균의 차이에 대한 유의성검정인 분산분석(ANOVA)을 실시한 후 만약 세 집단의 모평균이 모두 같다는 귀무가설이 기각될 경우 다중비교를 실시하여 이들 모평균들의 구조를 살펴보았다.

통계적 검정에 따르면 ABC 세 어촌계 모두 동일한 결과를 보였다. 즉, 각 어촌계 모두 상주원의 직접조사에 의해 구한 선착장과 어장중심까지의 항차당 평균거리가 가장 짧으며 어민의 기록에 의거하여 구한 항차당 평균거리와는 통계적으로 유의적인

차이가 없었다. 그러나 이들 두 방법에 의해 구한 항차당 평균거리는 공부상의 자료에 근거하여 구한 항차당 평균거리와는 차이가 있었다. 따라서 연료유소모량에 근거하여 해당어장의 피해범위에 포함되는 진위여부는 어민이 기록한 자료와 상주원의 직접조사에 의한 자료는 동일한 결론에 이르며 공부상의 자료에 의한 경우는 이들의 경우와 다른 결론에 이르는 것을 알 수 있다.

V. 요약 및 결론

통상적으로 공공사업으로 인한 피해여부는 이들 어업의 어장과 피해영향범위를 대조하여 어장이 조급이라도 피해영향범위에 포함된다면 그 어업은 공공사업으로 인해 피해를 입는 어업인 것으로 판단된다. 이와 같이 공공사업으로 인한 어업피해의 여부를 판단하는 것은 극히 상식적인 논리에 의한 것이다. 그러나, 실제에 있어서 어업피해여부의 판정을 둘러싸고 관계자 간에 의견이 엇갈려 민원이 발생한다. 이는 전적으로 어장을 정하는 데 문제가 있기 때문이다.

거의 대부분의 어업피해조사에서 보고서의 어디에도 조사대상어업에 대해 어장을 아예 제시하지 않거나, 제시한다 하더라도 정확하고 명백하게 위치와 범위를 제시하지 않을 뿐만 아니라 어업의 종류에 따라 어장의 성립이 다르다는 사실에 의해 어장을 분명하게 정의하여야만 그 위치와 범위가 확정될 수 있음에도 불구하고 어업별로 어장을 정의하는 논리의 결여로 어장을 잘못 제시하는 경우도 있다.

그런데 어업의 종류에 따라서는 어장의 위치와 범위가 어업처분(어업처분이라 함은 어업의 면허, 허가 또는 신고 수리를 하여 면허증, 허가증 또는 신고필증을 발급하는 행정 행위를 가리킨다)에 의해 확정되어 있는 어업이 있는가 하면 그렇지 아니한 어업이 있다. 본 논문에서 다루고자 하는 연안어업의 경우 어선으로 어업생물을 색출하면서 조업하는 어업에 있어서는 어장이 광범위한데다가 어떤 조건을 벗어나지 않는 한계 내에서는 위치와 범위가 가변적이기 때문에 어장을 확정하기가 용이하지 않다. 그러므로 이동성어업인 연안어업어장의 위치와 범위는 어업허가장에 의해서는 광역해역을 어장으로 이용하도록 처분되어 특정할 수 없으며 조사자가 합리적인 방법을 적용하여 특정하여야 한다.

통상적으로 연안어업의 조업구역은 광역지방자치단체의 관할수역이므로 조사를 받는 어업인들이 조사자의 어장조사용 해구도에 표시한 조업구역을 그대로 인정할 수는 없다. 어업인들이 조사자의 어장조사용 해구도에서 주장하는 조업구역은 반드시 검증이 요구된다 할 것이다.

본 논문에서 시도하고자 하는 검증 작업은 몇 개의 독립된 방법에 의해 구한 선착장

과 조업구역 간의 거리를 추측통계학적으로 검정하여 어업인이 주장하는 어장의 진위를 판정하는 것이다. 그 중 하나의 방법은 조사자가 어업인들에 배포한 어장조사용 해구도에서 어업인들이 표시한 선착장과 조업해구 간의 거리를 산출하는 것이다. 그리고 다른 하나는 현장조사원이 실제 조사선을 이용하여 선착장과 조업해구 간의 거리를 측정하는 것이다. 나머지 하나는 연간 면세연료유구입실적·항차당 연료유소모량·연간출어일수에 근거하여 선착장과 조업해구 간의 거리를 산출하는 것이다. 연간 면세연료유구입실적은 어업용 연료유를 면세판매하는 당해 수산업협동조합에 의해, 그리고 연간출어일수는 출입항신고기록에 의해 제각기 공적으로 확인될 수 있다. 어장조사용 해구도에서 어업인들이 표시한 선착장과 조업해구·연간면세연료유구입실적·연간출어일수는 평균연간어획량을 평가하기 위하여 수산업법시행령 제62조 별표 4의 규정에 의해 설정된 최근 3년 간에 대해 입수한 것이어야 함을 물론이다. 항차당 연료유소모량은 조사기간에 조사대상의 각 어선에 대해 실제로 측정하여 확인한 자료를 활용할 수 있다.

이상의 연안어장의 위치결정을 위한 통계적 접근방법의 타당성을 검증하기 위하여 본논문에서는 000 공공사업에 따른 어업피해보상사례서의 관련 어촌계 A, B, C 소속의 연안어업을 대상으로 사례분석을 시도하였다. 우선조업구역을 추정하는데 사용된 자료의 유효성 여부를 추측통계학적 방법에 의해 검증하기 위하여 분산분석을 통하여 그 1항차당 거리 간에 통계적인 차이가 있는지를 검정하고 만약 차이가 있다면 이들 간에 어떤 상관관계가 있는지 살펴보았다. 그리고 표본평균들을 사용하여 세 가지 방법들 사이에 어떤 관계가 있는지 살펴보기 위해 최소유의차 검정법을 이용하여 다중비교를 실시하였다.

통계적 검정에 따르면 A, B, C 세 어촌계 모두 동일한 결과를 보였다. 즉, 각 어촌계 모두 상주원의 직접조사에 의해 구한 선착장과 어장중심까지의 항차당 평균거리가 가장 짧으며 어민의 기록에 의거하여 구한 항차당 평균거리와는 통계적으로 유의적인 차이가 없었다. 그러나 이들 두 방법에 의해 구한 항차당 평균거리는 공부상의 자료에 근거하여 구한 항차당 평균거리와는 차이가 있었다. 따라서 연료유소모량에 근거하여 해당어장의 피해범위에 포함되는 진위여부는 어민이 기록한 자료와 상주원의 직접조사에 의한 자료는 동일한 결론에 이르며 공부상의 자료에 의한 경우는 이들의 경우와 다른 결론에 이르는 것을 알 수 있다.

이상의 실증분석결과가 시사하는 바는 만일 공부상의 기록이 정확하다면 즉 출어일수 및 면세유구입량이 모두 어업에 정확히 사용된 것이라 한다면 어업인들은 현재 자신이 주장하는 어장보다 훨씬 넓은 범위까지 조업을 한다는 것을 의미한다. 그러나 만일 자신들의 실제조업어장이 자신들의 주장이나 상주조사원의 실사결과와 대동소이

하다면 공부상에 나타난 실적 특히 면세유구입실적 모두가 어업에만 사용되었다고는 볼 수 만은 없다는 추론에 이르게 된다.

물론 본 논문의 통계적 분석은 위해 사용한 자료가 특정지역에 편중되어 이상의 실증분석결과가 시사하는 바를 일반화하기에는 아직 무리가 있다고 사료된다. 차후 타 지역의 사례를 통해 본 연구의 통계적 검정방법을 지속적으로 보완해 나가는 것은 물론이고 상기의 실증분석결과의 일반화 가능성 여부도 점검할 필요가 있을 것이다.

참고문헌

- 강용주 · 김기수 · 유명숙. 2001. 일정기간 누적된 어업피해의 사후적 피해를 추정모형에 관한 연구 : 정착성 어업을 중심으로. 수산경영론집, 32(2) : 23 - 50.
- 김기수 · 강용주. 1998. 어업손실평가의 제문제 심포지움 보고서.
- 김종관. 1998. 어업손실평가의 제문제 심포지움 보고서.
- 박주석 · 강용주 · 장창익. 2003. 부니에 의한 천해어장의 어업생산 감소량 추정방법. 한국수산학회지 36권(4) pp402 - 408
- 박철석. 1998. 어업손실평가의 제문제 심포지움 보고서.
- 박청길. 2001. 어업손실평가 표준화연구 Workshop 요약집.
- 이종섭. 1998. 물리해양변화와 해양수질변화 예측 수치시뮬레이션. 어업손실평가의 제문제 심포지움 보고서, 9 - 23.
- 한국수산학회, 2006. 원전 은배수관련 어업손실평가를 위한 해양조사표준지침개발 최종 보고서
- 한국해양수산연수원, 2006. 소형선박조종사 실기시험 시행을 위한 연구 - 최종보고서 -, 대우중공업, 2006, 대우선박용 엔진 MD188/182/180 취급설명서,
- 해양수산부. 2000. 항만공사관련 어업권 피해조사 표준기준 제정을 위한 연구.
- 부경대학교 해양과학공동연구소. 1999. 부산신항 건설사업에 따른 어업피해조사.
- 부경대학교 수산과학연구소. 2006. 마창대교건설사업 어업보상을 위한 피해조사용역 최종보고서.
- 최병선, 이성백, 2003, SAS를 이용한 현대통계학, 세경사
- Hill, Griffiths, Judge 저 이병락 역, 2003, 계량경제학, 시그마프레스

A Statistical Approach for the Determination of Location and Range of Fishing Grounds in the Coastal Vessel Fishery

Kang, Y. J., Kim, K. S., Yi, S. B.

Abstract

This study attempts to suggest a new approach of the the determination of location and range of fishing ground in the coastal vessel fishery using the anaiysis of variance(ANOVA) and least significant difference test(LSD test) in statistics.

The important result of the empirical study is that there is no significant difference in fisfishing ground based on between fishermen' s argument and spot investigation. But there is stastitically significant difference in fisfishing ground based on between fishermen' s argument and the official documents of fishing records for past three years.

The results suggest us that there exists a possibility of misuse of tax free oil provided for subsidizing fisheries. But because of the range limitation of data, it is impossible for us to generalize the above results.

key words : Statistical Approach, Location and Range of Fishing Ground, Coastal Vessel Fishery, Anaiysis of Variance(ANOVA), Least Significant Difference Test(LSD test)