

# 함정 신호해석 연구에 필요한 해양기상환경 자료의 표본추출에 관한 연구

(A Study on the Sampling of Ocean Meteorological Data  
to Analyze Signature of Naval Ships)

조 용 진<sup>1)\*</sup>  
(Cho Yong-Jin)

**요 약** 본 연구에서는 함정 신호해석 연구에 필요한 해양기상환경 자료의 표본추출에 관한 연구를 수행하였다. 이를 위해 한국 기상청으로부터 품질검사가 완료된 최신의 해양 기상자료를 수집하고, 측정 자료의 가용 구간을 설정하여 이상치를 제거하였다. 품질검사와 이상치를 제거한 자료는 함정 신호의 확률론적 해석을 위해 지정학적 위협과 부이의 유효면적을 고려하여 단순임의추출법을 통해 축소되었다. 이후 표본의 크기는 모집단의 크기와 신뢰수준 95%를 고려하여 100, 200 그리고 400개로 설정하였으며, 상관관계가 높은 수온과 기온을 기준으로 하는 2차원 층화추출법으로 최종표본을 추출하였다. 추출 표본은 제곱오차의 합과 신뢰구간을 추정하고 이를 비교하여 함정의 확률론적 신호해석을 위해 필요한 해양기상조건의 크기를 제시하였다.

**핵심주제어** : 자료 정리, 적외선신호, 층화추출법, 함정, 해양기상자료

**Abstract** In this paper, we studied on the sampling of ocean meteorological data to analyze signature of naval ships. The newest ocean meteorological data, that was quality controled by the Korea Meteorological Administration(KMA), was collected. Outliers were removed from the data by setting the usable range of data. After that, the data size was reduced through the random sampling method, taking geopolitical significance and effective area of buoy, for probabilistic analysis. Moreover, the sample sizes were set at 100, 200, and 400 by considering the population size and a 95% confidence level. The final sample was obtained using the two-dimensional stratified sampling method based on highly correlated water temperature and air temperature. The sum of the squared errors and the confidence interval was calculated to compare the result of sampling. As a result, this study proposed reasonable sample size for infra-red signature analysis of naval ships.

**Key Words** : Data Reduction, Infra-Red Signature, Naval Ships, Ocean Climate Data, Stratified Sampling Method

\* Corresponding Author : cyjdeu@deu.ac.kr  
Manuscript received March 19, 2018 / accepted April 12, 2018

1) 동의대학교 조선해양공학과, 제1저자, 교신저자

## 1. 서 론

함정의 적외선 스텔스 기술은 신규 함 개발에

반드시 요구되는 특수성능 중 하나로, 2000년대에 들어 국외 선진 기술사와의 공동연구를 통한 기술 자립 및 신호저감 성능 향상을 위한 다수의 연구가 수행되었다[1].

함정 적외선 스텔스와 관련된 국내연구로는 적외선 신호에 영향이 있는 주요 환경변수를 도출하고, 각각의 변수가 적외선 신호에 미치는 민감도를 추정한 연구[2]가 있으며, 함정의 표면 적외선 신호에 대한 해양기상 영향분석 연구[3-4] 그리고 해양기상의 표본추출에 대한 연구[5] 등이 있다.

국외의 연구로는 함정의 3차원 형상, 운용 조건 그리고 해양기상을 모두 고려하여 정상상태에서 함정으로부터 방사되는 적외선 신호를 예측하는 소프트웨어 개발에 관한 연구[6-7], 신뢰성 있는 해양기상조건 마련을 위한 기상자료의 분석 방법에 관한 연구[8] 등이 있다.

지금까지 국내외 연구 자료를 통해 함정의 적외선 신호는 해양기상에 민감하게 변화하고 기상조건 설정을 위한 표본추출 방법 중요성이 강조되었다. 하지만, 실시간으로 변화하는 해양기상을 대표할 수 있는 표본크기 결정에 관한 연구는 미미한 실정이다.

본 연구에서는 함정 신호해석 연구에 필요한 해양기상환경 자료의 표본추출에 관한 연구를 수행하였다. 이를 위해 한국 기상청으로부터 품질검사가 완료된 해양기상자료를 수집하고, 자료의 가용 구간을 설정하여 이상치를 제거하였다.

이후 품질검사와 이상치를 제거한 모집단은 신호의 확률론적 해석을 위해 지정학적 위협과 부이의 유효면적을 고려하여 단순임의추출법으로 축소되었다.

본 연구의 추출 표본의 개수는 모집단의 크기와 95%의 신뢰수준을 고려하여 100, 200 그리고 400개로 설정하였으며, 상관관계가 높은 수온과 기온을 기준으로 2차원 층화추출법을 사용하였다.

모집단과 추출표본의 정성적 비교·평가 방법으로는 경험적 누적분포함수와 확률밀도함수를 사용하였으며, 정량적 평가를 위해서는 제곱오차의 합과 신뢰수준을 고려한 신뢰구간을 추정하였다.

이러한 과정을 통해 본 연구에서는 함정의 확률론적 적외선 신호 해석을 위한 적절한 해양기상조건 크기를 제시하였으며, 연구의 전반적인 흐름을 Fig. 1에 정리하였다.

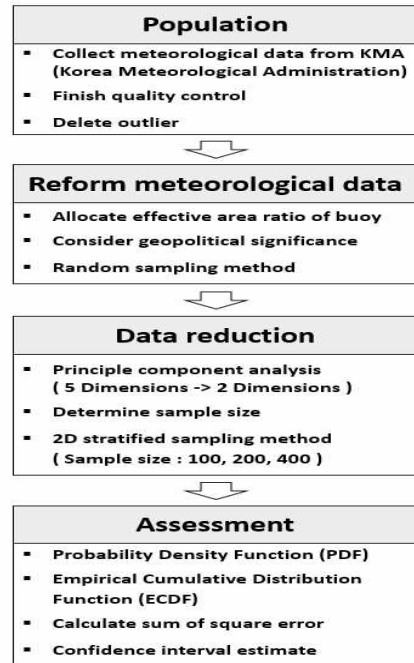


Fig. 1 Study Scheme for Sampling

## 2. 해양기상자료

### 2.1 기상청 자료

한국 기상청에서는 해양기상부이를 동해, 서해 그리고 남해 지역에 각각 5개, 6개 그리고 6개 총 17개를 운영하고 있다.

해양기상부이에서는 1시간 간격으로 수온 (Water Temperature, WT), 기온(Air Temperature, AT), 상대습도(Relative Humidity, RH), 풍향 (Wind Direction, WD) 그리고 풍속(Wind Speed, WS) 등의 자료를 계측하고 있다.

본 연구에서는 선행연구를 통해 함정의 적외선 신호에 민감한 영향을 주는 것으로 알려진 수온, 기온, 상대습도, 풍향 그리고 풍속을 기준으로 2017년 1년 동안 계측된 146652개의 자료를 사용하였다.

#### 2.1.1 품질검사

기상청에서는 지상·고층·해양관측자료의 품질검사를 위해 총 37개의 알고리즘을 사용하고 있다. 이

중 해양관측자료를 위한 품질검사 알고리즘은 결측 자료검사(Missing Value Control), 물리한계검사(Physical Limitation Control), 단계검사(Phase Control), 내적일치성검사(Internal Consistency Control) 그리고 지속성검사(Durability Control) 총 5가지가 있으며, 품질검사의 단계로는 현장, 실시간, 준실시간 그리고 비실시간으로 나뉜다.

각각의 품질검사 단계에서 적용되는 품질검사 알고리즘은 달라진다. 현장 품질검사 단계에서는 장비의 장애 모니터링 및 처리 그리고 1개월마다 현장 정기검사가 수행된다. 그리고 실시간 품질검사 단계에서는 계측되지 않은 자료를 제거하는 결측검사와 물리적인 한계 값을 설정하여 자료의 적합성을 평가하는 물리한계검사가 수행된다.

준실시간 품질검사와 비실시간 품질검사 단계에서는 물리한계검사를 포함하여 이전 값과 현재 값의 변동량을 계산하여 정상여부를 판단하는 단계검사, 계측 요소들의 물리적 상관관계를 판단하는 내적일치성검사 그리고 특정시간동안 값의 변동여부를 판단하는 지속성검사가 수행된다. 본 연구에서 고려한 5가지 기상변수들에 적용되는 품질검사 알고리즘을 Table 1에 정리하였다.

Table 1 Quality Control Type of Ocean Climate Data

Quality control	WT	AT	RH	WD	WS
Missing Value	○	○	○	○	○
Physical Limitation	○	○	○	○	○
Phase	○	○	×	×	○
Internal Consistency	×	×	×	○	○
Durability	○	○	×	○	○

### 2.1.2 이상치 제거

기상청에서는 양질의 해양기상자료를 제공하기 위해 기상관측자료의 적절성, 논리성 등과 관련된 오류를 제거하는 품질검사를 수행하고 있으며, 이로 인해 본 연구에서 고려한 5가지의 해양기상변수 중에 결측값이 발생한다. 하지만, 결측값이 존재하는 해양기상자료는 최종의 표본자료로 추출되는 것이 적합하지 않음으로 이를 특이값으로 간주하여 제거하였다.

또한 물리한계검사의 최대, 최소 설정 값은 과거 기후자료결과를 통계적 방법으로 계산하여 결정된다. 하지만, 본 연구에서는 현실적으로 계측 불가능한 값을 제거하기 위해 기상청 자료의 평균과 표준편차를 계산하여 자료의 95%를 포함하는 범위를 설정하여 이상치를 제거하였다.

표준정규분포에서 평균과 표준편차의 간격에 따른 자료의 포함 범위 결과를 Fig. 2에 보였다. 또한 기상청의 품질검사 이후 이상치를 제거한 부이의 월별 계측 자료의 개수를 Table 2에 정리하였으며, 이는 수집 자료의 98.5% 정도로 축소되었다.

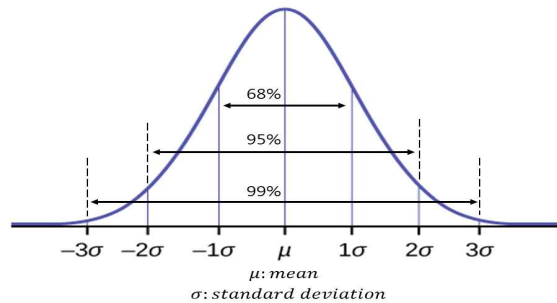


Fig. 2 Normal Distribution

Table 2 The Monthly Number of Measured Ocean Climate Data in Each Buoy

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Jan.	732	740	737	714	519	738	492	685	640	652	698	696	696	736	740	568	713
Feb.	658	561	667	630	331	671	666	637	596	668	598	655	637	672	660	630	660
Mar.	735	742	742	743	740	742	742	741	739	741	519	739	742	743	743	741	744
Apr.	715	718	717	719	717	719	719	720	718	715	720	719	718	697	718	710	701
May.	736	740	739	743	742	743	742	740	742	730	736	744	744	734	741	742	734
Jun.	716	717	717	715	683	719	714	714	716	690	718	718	715	718	718	708	708
Jul.	728	741	743	357	582	677	707	744	738	597	744	741	741	733	741	729	737
Aug.	742	738	742	741	742	744	734	742	660	727	743	742	738	739	739	732	742
Sep.	717	710	719	717	720	719	715	717	712	720	719	585	715	715	714	716	718
Oct.	741	736	740	740	743	731	737	741	735	742	742	672	743	743	741	739	743
Nov.	699	720	694	715	717	716	571	717	718	714	712	714	711	709	631	704	699
Dec.	734	734	693	741	740	741	733	737	727	743	743	740	743	740	703	731	710

## 2.2 모집단 자료 설정

본 연구의 표본추출을 위한 모집단은 함정의 적외선 신호해석을 위한 해양기상자료에 확률론적 특성을 반영하기 위해 지정학적 위협도와 부이의 유효면적을 고려하여 축소 설정되었다.

### 2.2.1 지정학적 위협

지정학적 위협은 동해, 서해, 그리고 남해로 구분된 한반도 영해의 위치를 고려하여 각각 다른 값을 설정하였다. 상대적인 위협은 휴전국과의 거리가 가까운 동해 지역에 1.5로 이미 수차례 교전이 발생하였던 서해 지역에 2로 그리고 비교적 거리가 먼 남해 지역에는 1로 설정하였다. 본 연구에서 설정한 지정학적 위협도와 부이별 위치를 Fig. 3에 보였다.

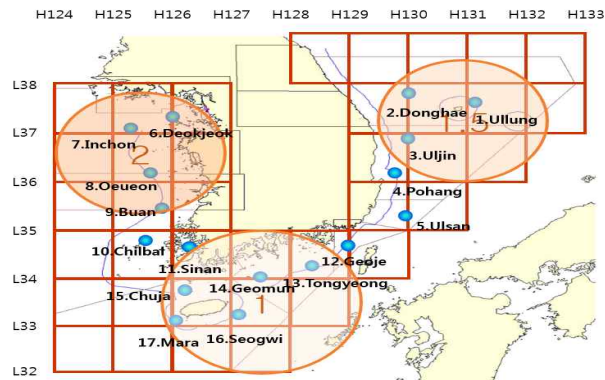


Fig. 3 Geopolitical Significance of Korea Territorial Sea

### 2.2.2 부이 자료의 편향성 개선

우리나라 함정의 적외선 신호를 해석하기 위해서는 함정의 운용이 가능한 배타적 경제 수역(Exclusive Economic Zone, EEZ) 내의 해양기상을 모두 고려해야 한다. 하지만 기상청에서 운용하는 부이의 총 개수는 17개 이고 각각 다른 위치에 고정·설치되어 있기 때문에 계측된 자료는 배타적 경제 수역 내의 모든 해양기상을 반영한 것이라 할 수 없다. 본 연구에서는 이를 보완하기 위해 우리나라의 배타적 경제 수역의 경계를 기준으로 고정 설치된 부이에서 계측된 기상자료의 유효면적을 설정하였다. 본 연구에서 설정한 유효면적과 부이별 위치를 Fig. 4에 보였다.

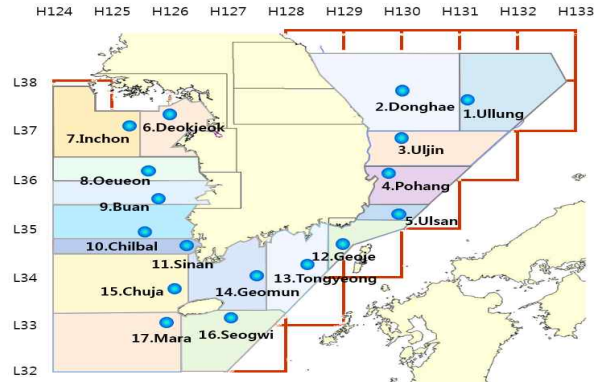


Fig. 4 Valid Area of Buoy

### 2.2.3 단순임의추출법

설정된 지정학적 위협도와 부이의 유효면적을 고려하여 각각의 부이 데이터의 축소비율을 산정하였으며, 이를 Table 3에 정리하였다. 산정된 데이터 축소비율은 표본추출과정에서 상대적으로 중요한 해역에서 표본이 추출될 확률이 증가하고 비교적 중요하지 않은 해역에서 표본이 추출될 확률이 감소할 것이라고 예측된다.

데이터 축소비율을 적용하여 기상청 자료에서 확률론적 모집단을 추출하는 방법으로는 단순임의추출법을 사용하였다. 부이의 월별 축소된 데이터의 개수를 Table 4에 작성하였으며, 확률론적 모집단의 개수는 85045개로 축소되었다.

Table 3 Reduction Ratio of Buoy

	Buoy	Hazard	Area	Multiply	Ratio(%)
East	1	1.5	9.3	14.0	97
	2	1.5	9.6	14.4	103
	3	1.5	6.4	9.60	67
	4	1.5	5.9	8.90	62
	5	1.5	1.9	2.90	20
West	6	2.0	2.8	5.60	39
	7	2.0	5.2	10.4	72
	8	2.0	4.0	8.00	56
	9	2.0	4.3	8.60	60
	10	2.0	6.5	13.0	90
	11	2.0	5.0	10.0	70
South	12	1.0	3.2	3.20	22
	13	1.0	6.0	6.00	42
	14	1.0	4.1	4.10	29
	15	1.0	9.7	9.70	68
	16	1.0	5.3	5.30	37
	17	1.0	9.7	9.70	68

Table 4 The Monthly Number of Reformed Meteorological Data in Each Buoy

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Jan.	710	762	494	443	104	288	354	384	384	587	489	153	292	213	503	210	485
Feb.	638	578	447	391	66	262	480	357	358	601	419	144	268	195	449	233	449
Mar.	713	764	497	461	148	289	534	415	443	667	363	153	312	215	505	274	506
Apr.	694	740	480	446	143	280	518	403	431	644	504	158	302	202	488	263	477
May.	714	762	495	461	148	290	534	414	445	657	515	164	312	213	504	275	499
Jun.	695	739	480	443	137	280	514	400	430	621	503	158	300	208	488	262	481
Jul.	706	763	498	221	116	264	509	417	443	537	521	163	311	213	504	270	501
Aug.	720	460	497	459	148	290	528	416	396	654	520	163	310	214	503	271	505
Sep.	695	731	482	445	144	280	515	402	427	648	503	129	300	207	486	265	488
Oct.	719	758	496	459	149	285	531	415	441	668	519	148	312	215	504	273	505
Nov.	678	742	465	443	143	279	411	402	431	643	498	157	299	206	429	260	475
Dec.	712	756	464	459	148	289	528	413	436	669	520	163	321	215	478	270	483

### 3. 표본추출

#### 3.1 상관 분석

본 연구에서 고려한 층화추출법은 모집단을 중복되지 않는 여러 개의 층으로 나누기 위한 기준변수와 수준이 필요하다. 따라서 함정의 적외선 신호변화에 가장 큰 영향을 미치는 환경 변수 수온, 기온, 상대습도, 풍향, 그리고 풍속 5가지의 상관관계를 계산하여 기준변수를 설정하였다.

확률론적 특성이 반영된 모집단 자료를 사용하여 5가지의 변수에 대한 상관관계수 계산 결과를 Table 5에 정리하였다. 계산결과는 수온과 기온의 상관관계수가 0.884로 가장 높게 산출되었으며, 이를 토대로 본 연구에서는 수온과 기온 2가지의 변수를 기준으로 하는 2차원 층화추출법을 사용하였다. 2차원 층화추출법은 선행연구[5]를 통해 해양기상자료의 표본추출에 대한 탁월한 효과가 입증된 방법이다.

층화추출법을 사용하기 위해서는 기준변수 설정뿐만 아니라 여러 개의 층으로 구분하기 위한 수준도 요구된다. 본 연구에서는 선정된 기준변수의 수준을 구분하기 위한 방법으로 누적분포함수(Cumulative Distribution Function)를 활용하였다. 누적분포함수는 변수의 확률적 분포를 표

현하기 위해 사용되며, 본 연구에서는 25%, 50% 그리고 75%에 해당하는 값을 구분 수준으로 설정하였다.

Table 5 Statistical Value of Correlation Analysis

	WT	AT	RH	WD	WS
WT	1				
AT	0.884	1			
RH	0.272	0.491	1		
WD	-0.161	-0.179	-0.128	1	
WS	-0.108	-0.261	-0.261	0.105	1

#### 3.2 초기 표본 크기의 결정

운항중인 함정의 표면으로부터 방사되는 적외선 신호는 주변 해양기상에 매우 민감하게 변화한다. 하지만 실시간으로 변화하는 해양기상조건을 모두 고려하여 함정의 적외선 신호를 해석하기 위해서는 많은 시간이 소요된다. 따라서 모든 해양기상을 고려하면서 보다 정확한 함정의 적외선 신호를 해석하기 위해서는 적절한 크기의 해양기상조건이 설정되어야 한다.

본 연구에서는 초기 해양기상조건의 크기를 결정하기 위해 평균추정에 필요한 표본크기(Sample Size, SS)결정 식을 사용하였으며, 그 식(1)은 다음과 같다.

$$n = Z^2 \frac{\sigma^2}{d^2} \quad (1)$$

여기서  $n$ 은 표본의 크기,  $Z$ 는 특정 신뢰수준에서의 임계값,  $\sigma$ 는 모집단의 분산,  $d$ 는 허용오차를 의미한다. 평균추정에 필요한 표본크기의 결정 식에서 평균의 크기는 유의수준의 임계값이 클수록, 모집단의 분산이 클수록, 허용오차가 작을수록 증가하는 것을 알 수 있다. 표본크기를 결정하기 위한 자료 값들을 Table 6에 정리하였다.

Table 6 Value of Factor to Calculate Sample Size

	WT	AT	RH	WD	WS
Z-value	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96
Standard Deviation	6.2°C	8.0°C	15.9%	115.4°	3.3m/s
Tolerance	1°C	1°C	5%	10°	1m/s
Sample Size	149	248	39	511	40

Table 6에서 신뢰수준의 임계값인  $Z$ 는 95%의 값인 1.96으로, 표준편차는 확률론적 특성이 반영된 모집단의 표준편차 값으로, 허용오차는 일반적인 계측기의 측정오차 값으로 설정하였다. 설정된 값을 이용하여 계산한 표본의 크기는 최소 약40개에서 최대 약 500개로 계산되었지만 본 연구에서는 적외선 신호변화에 가장 큰 영향을 주고 상관관계가 높은 기온과 수온의 결과를 바탕으로 100, 200 그리고 400개의 표본을 추출하였다.

### 3.3 2차원 층화추출

단순임의추출법은 표본으로 선택될 확률이 모두 동일하다는 장점으로 인해 많은 분야에서 쉽게 활용된다. 하지만 선택된 표본이 모집단의 특정 영역에 국한되어 선택될 가능성이 존재한다. 반면에 층화추출법은 모집단을 중복되지 않

는 여러 개의 층으로 구분하여 표본을 추출하기 때문에 단순임의추출법에서 발생할 수 있는 쓸림현상을 방지할 수 있다. 본 연구에서는 최종 표본을 추출하기 위해 2차원 층화추출법을 사용하였으며, 100, 200 그리고 400개의 표본을 추출하였다. 수온과 기온을 기준으로 중복되지 않은 여래개의 층을 나누어 각 영역에서 추출되는 표본의 개수에 대한 설명을 Fig. 5에 나타내었다.

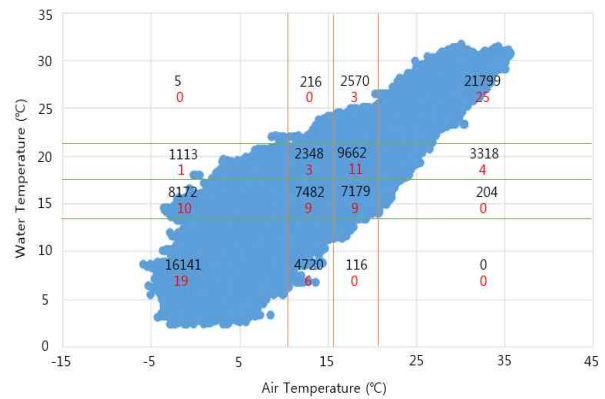


Fig. 5 100 Samples in the Stratified Area

## 4. 표본추출결과

### 4.1 정성적 결과

본 연구에서는 추출된 표본의 정성적 평가를 위해 경험적 누적분포함수(Empirical Cumulative Distribution Function, ECDF)와 확률밀도함수(Probability Density Function, PDF)를 활용하였다. 경험적 누적분포함수는 자료 분포의 적합을 평가하거나 서로 다른 여러 표본 분포를 비교할 때 사용하며, 표본으로부터 모집단의 백분위를 추정할 수 있다. 확률론적 특성이 반영된 모집단과 100, 200 그리고 400개의 추출 표본을 이용하여 경험적 누적분포함수를 작성한 결과를 Fig. 6에 나타내었다.

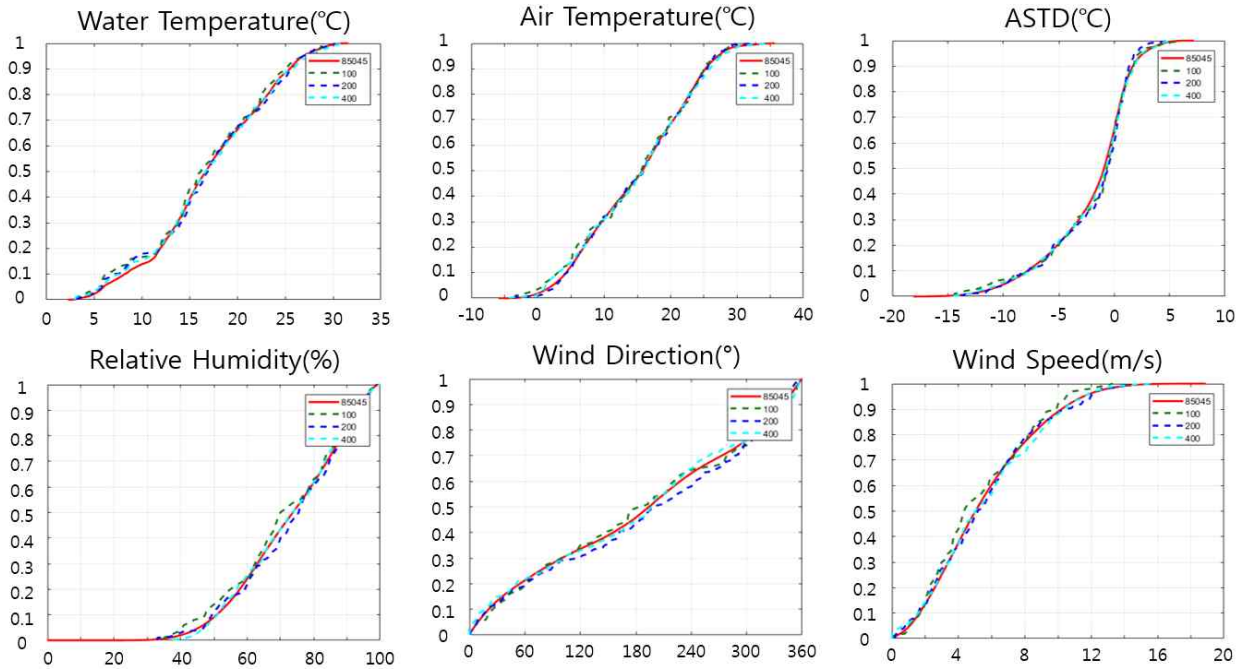


Fig. 6 Empirical Cumulative Distribution Function Result of Population and Samples

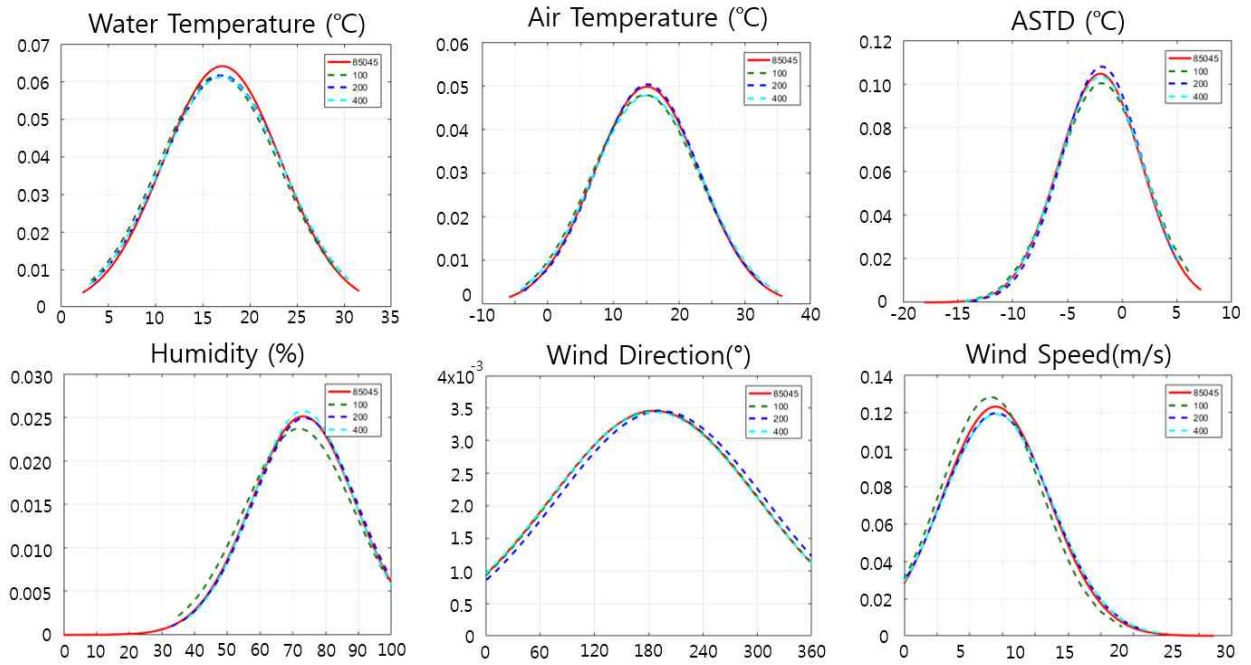


Fig. 7 Probability Density Function Result of Population and Samples

경험적 누적분포함수는 다음 식(2)와 같다.

$$\hat{F}_n(t) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 1_{x_i \leq t} \quad (2)$$

여기서,  $n$ 은 수행 횟수,  $t$ 는 측정 값,  $\hat{F}_n(t)$ 는  $n$ 번의 수행 횟수와 측정값에 대한 불편 추정량,  $1_{x_i \leq t}$ 는 베르누이 확률변수이다.

경험적 누적분포함수식을 사용하여 작성된 Fig. 6에서 모집단과 추출된 표본은 수온, 기온, 기온과 수온의 온도차(Air Sea Temperature Difference, ASTD), 상대습도, 풍향 그리고 풍속 5가지의 기상변수 모두 모집단의 분포경향과 유사하다는 것을 알 수 있다.

5가지 기상변수의 평균과 표준편차를 이용하여 다음의 확률밀도함수 식(3)을 이용하여 작성된 결과를 Fig. 7에 보였다.

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}} \quad (3)$$

여기서,  $f(x)$ 는  $x$ 값에 대한 함수 값,  $\pi$ 는 원주율,  $\sigma$ 는 표준편차,  $e$ 는 자연 상수,  $x$ 는 기상변수의 데이터 값,  $m$ 은 평균을 나타낸다.

기상변수의 측정 자료 값이 식(3)을 만족하면 자료는 정규분포를 한다고 하며, 모집단과 표본들의 평균과 표준편차를 비교 할 수 있다. Fig.7을 통해 경험적 누적분포함수 결과와 마찬가지로 5가지의 기상변수는 모두 모집단의 특성과 유사하다는 것을 알 수 있다.

#### 4.2 정량적 결과

본 연구에서는 모집단과 100, 200, 400개의 표본추출 결과를 정량적으로 평가하기 위해 제공오차의 합(Sum of Square Error)과 신뢰수준(C Confidence Interval)의 추정 값을 계산하였다. 제공오차의 합은 분산의 개념을 활용하여 모집단과 추출된 표본과의 흩어진 정도를 계산하는 지표이다.

제공오차의 합은 다음 식(4)과 같다.

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (ECDF_{P_i} - ECDF_{S_i})^2 \quad (4)$$

여기서,  $n$ 은 측정 자료간의 간격,  $ECDF_{P_i}$ 와  $ECDF_{S_i}$ 는 각각 모집단과 표본의 경험적 누적분포 값이다. 식(4)를 이용하여 계산된 결과를 Table 7에 정리하였다. 이를 통해 풍향을 제외하고 모든 변수에서 표본의 개수가 증가할수록 오차율이 작아지는 것을 알 수 있다.

Table 7 Statistical Value of Standard Square Error

SS	WT	AT	RH	WD	WS
100	0.489	0.480	1.541	4.693	0.334
200	0.333	0.331	1.108	8.045	0.171
400	0.254	0.223	0.559	4.155	0.166

통계학에서 신뢰수준은 신뢰구간을 계산하여 모집단 평균값(참값)의 포함 여부를 확률적으로 보여주는 방법이다. 일반적인 통계상의 신뢰수준은 95%로 설정하며, 신뢰구간의 추정 식은 다음 식(5)와 같다.

$$-z_{0.025} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \leq \mu - \bar{X} \leq +z_{0.025} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (5)$$

여기서,  $z_{0.025}$ 는 신뢰수준에 따른 지정 상수,  $\sigma$ 는 표본의 표준편차,  $n$ 은 표본의 개수,  $\mu$ 는 모집단의 평균 그리고  $\bar{X}$ 는 표본의 평균이다.

본 연구에서는 추출된 표본의 정보와 식(5)을 이용하여 신뢰구간을 추정하고 구간 내에 모집단 평균의 포함 여부를 확인하였으며, 최종 추출된 표본 자료의 적절성을 평가하였다. 모집단과 표본 평균차이의 절대 값을 Table 8에, 그리고 추출된 표본의 정보를 이용하여 계산한 신뢰구간 추정의 절대 값을 Table 9에 각각 정리하였다.



**Table 8** Difference of Average between Population and Sample

SS	WT	AT	RH	WD	WS
100	0.364	0.256	1.334	0.928	0.283
200	0.024	0.108	0.526	7.463	0.044
400	0.035	0.035	0.031	0.440	0.057

**Table 9** Result of confidence interval

SS	WT	AT	RH	WD	WS
100	1.27	1.63	3.30	22.55	0.61
200	0.90	1.10	2.22	16.01	0.46
400	0.64	0.82	1.52	11.37	0.33

Table 8에서 모집단과 표본 평균의 차이는 풍향과 풍속을 제외하고 개수가 증가 할수록 감소한다. 하지만 Table 9에 작성한 신뢰구간 추정치의 절대 값 이내에 모두 포함되므로, 표본개수 증가의 따른 평균 간의 차이는 무의미하다고 판단된다.

### 5. 결론

본 연구에서는 함정의 적외선 신호해석을 위한 해양기상의 표본크기의 결정에 관한 연구를 수행하였으며, 본 연구의 내용과 결과를 정리하면 다음과 같다.

- 1) 한국의 기상청으로부터 품질검사가 완료된 2017년 1년 동안의 해양기상자료를 제공받았으며, 기상변수별로 평균과 표준편차를 계산하여 약 95%를 포함하는 범위를 설정하여 이상치를 제거하였다.
- 2) 최종 표본을 추출하는 과정에서 모집단 자료에 확률론적 특성을 반영하기 위해 한반도 해역에 지정학적 위협도와 설치된 부이의 유효면적을 설정하여 기상청에서 제공받은 모집단의 자료를 축소하였다.
- 3) 확률론적 특성이 반영된 모집단 자료는 기상변수별 상관관계를 계산하였으며, 상관관계가 가장 높은 수온과 기온을 기준으로 2차원 층화추출을 수행하였다.
- 4) 초기 추출표본의 크기는 평균추정을 위한 표

본크기의 결정 식을 사용하여 100, 200 그리고 400개로 결정하였다. 이후 추출된 표본은 정성적 평가를 위해 경험적 누적분포함수와 확률밀도함수를 작성하여 비교하였으며, 정량적 평가를 위해 표준제곱오차와 신뢰구간을 추정하였다.

5) 확률론적 특성이 반영된 모집단을 2차원 층화추출법으로 추출한 최종 표본은 정성적 평가를 통해 모집단의 자료 경향과 매우 유사함을 확인하였으며, 정량적 평가 또한 표본의 개수가 증가할수록 오차는 감소하지만 신뢰구간 추정을 통해 유의미한 차이가 아님을 확인하였다.

6) 본 연구 결과를 통해 100, 200 그리고 400개로 추출된 표본은 모두 모집단의 특성과 경향을 잘 반영하고 있으며, 모집단과 표본의 유의미한 오차를 보이지 않고 있다. 따라서 함정의 적외선 신호 해석 과정에서 시간과 비용을 고려하여 100개의 해양기상자료를 사용하여도 무관하다고 판단된다.

본 연구 결과는 국내 함정의 설계·건조 과정에서 한반도 해역을 운항하는 함정의 적외선 신호해석을 위한 기초자료로 활용할 예정이며, 향후 추출된 해양기상자료를 이용하여 함정의 적외선 신호를 예측하고 이를 비교분석하여 추출자료의 적절성 판별에 대한 추가연구를 수행할 예정이다.

### References

- [1] Cho, Y.J., "A Study on the Management Methods of the Ship Infrared Signature," Journal of the Society of Naval Architects of Korea, Vol. 50, No. 3, pp. 182-189, 2013.
- [2] Cho, Y.J., Lew J.M., "A Study on the Sensitivity of IR Signature of a Ship according to the Meteorological Environment of Korean Seas," Journal of the Society of Naval Architects of Korea, Vol. 42, No. 6, pp. 679-685, 2005.
- [3] Cho, Y.J., Jung, H.S., "Study on

Effectiveness of Ocean Meteorological Variables through Sensitivity Analysis of Ship Infrared Signature,” Journal of Ocean Engineering and Technology, Vol. 27, No. 3, pp. 36-42, 2013.

- [4] Kim, Y.S., “A Study on the Infrared Signature of a Naval Ship under the Marine Climate,” Journal of the Society of Naval Architects of Korea, Vol. 49, No. 3, pp. 264-272, 2012.
- [5] Han, S.I., Cho, Y.J. “Feasibility Study on Sampling Ocean Meteorological Data using Stratified Method,” Journal of Ocean Engineering and Technology, Vol. 28, No. 3, pp. 254-259, 2014.
- [6] D.A. Vaitekunas, “SHIPIR/NTCS: A Naval Ship Infrared Signature Countermeasure and Threat Engagement Simulator,” Proceedings for Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Infrared Technology XXII, April 8-12, 1996.
- [7] D.A. Vaitekunas, “SHIPIR/NTCS: A Naval Ship Infrared Signature Countermeasure and Threat Engagement Simulator,” Proceedings for Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Infrared Technology XXII, April 8-12, 1996.
- [8] D.A. Vaitekunas, Kim, Y.S., “Climatic Data Analysis for Input to ShipIR,” Proceedings for Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Infrared Technology XXIV, 2013.

조 용 진 (Cho Yong-Jin)



- 정회원
- 인하대학교 조선해양공학과 공학  
학사
- 인하대학교 조선해양공학과 공학  
석사

- 충남대학교 조선해양공학과 공학박사
- 동의대학교 공과대학 조선해양공학과 부교수
- 관심분야 : 특수선 시스템 설계, 선체 진동·소음,  
적외선 신호 및 복사열전달과