

## 우리나라 해안 형태를 고려한 국가 해안 쓰레기 자료 시각화 기법 연구

한재림<sup>1\*</sup> · 김태훈<sup>2\*</sup> · 이철용<sup>3\*</sup> · 최현우<sup>4\*</sup>

<sup>1\*</sup> 한국해양과학기술원 빅데이터·AI센터 연수연구원

<sup>2\*</sup> 한국해양과학기술원 빅데이터·AI센터 기술원

<sup>3\*</sup> 한국해양과학기술원 빅데이터·AI센터 선임연구원

<sup>4\*</sup> 한국해양과학기술원 빅데이터·AI센터 책임기술원

# Visualization Technique of the National Beach Litter Monitoring Data Considering the Coastal Shape of Korea

Jae-Rim Han<sup>1\*</sup> · Tae-Hoon Kim<sup>2\*</sup> · Chul-Young Lee<sup>3\*</sup> · Hyun-Woo Choi<sup>4\*</sup>

<sup>1\*</sup> Post Master, Korea Institute of Science Ocean & Technology, Busan 49111, Korea

<sup>2\*</sup> Researcher, Korea Institute of Science Ocean & Technology, Busan 49111, Korea

<sup>3\*</sup> Senior Researcher, Korea Institute of Science Ocean & Technology, Busan 49111, Korea

<sup>4\*</sup> Principal Researcher, Korea Institute of Science Ocean & Technology, Busan 49111, Korea

### [요약]

해양수산부는 해양 쓰레기 예방 및 관리 정책을 수립하기 위해 2008년부터 국가 해안 쓰레기 모니터링 조사 사업을 수행하고 있다. 우리나라는 삼면이 바다로 둘러싸여 있고, 복잡한 해안선을 가지고 있어 해안에서 조사한 자료를 지도상에 표현하여 직관적으로 이해하기에 어려움이 있다. 또한 해안 쓰레기 조사와 같이 장기간 축적된 빅데이터는 정보를 직관적으로 전달하기 더욱 어렵다. 따라서 이러한 자료를 쉽게 요약하여 직관적으로 인사이트를 도출할 수 있도록 돕는 시각화 기술이 필요하다. 본 연구에서는 해안 쓰레기 조사자료의 시각화를 위해 우리나라의 해안 형태를 고려한 원형 막대 도표 기법을 고안하였다. 이는 지역별, 연도별, 유형별 해안 쓰레기의 복합적인 요소들을 명확하고 효과적으로 표현하여 정보를 쉽게 전달할 수 있는 장점이 있다.

### [Abstract]

The Ministry of Oceans and Fisheries has been carrying out the Korea National Beach Litter Monitoring Program since 2008 to establish policies for preventing and managing marine waste. Korea is surrounded by the sea on three sides and has a complex coastline, making it difficult to intuitively understand survey data by expressing it on a map. In addition, big data accumulated over a long period of time, such as coastal garbage surveys, is difficult to convey information intuitively. Therefore, visualization technology that helps to intuitively derive insights by easily summarizing these data is needed. We devised a circular bar chart technique considering the coastal shape of Korea for visualization of coastal waste survey data. This is meaningful in that information can be easily delivered by expressing the complex elements of coastal waste by region, year, and type clearly and effectively.

**색인어** : 해양쓰레기, 국가해안모니터링, 해안쓰레기, 시각화, 정보 디자인

**Keyword** : Marine Debris, Korea National Beach Litter Monitoring, Beach Litter, Visualization, Information Design

<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2023.24.10.2423>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**Received** 30 June 2023; **Revised** 24 July 2023

**Accepted** 27 July 2023

‡ **These authors contributed equally to this work**

\***Corresponding Author; Hyun-Woo Choi**

**Tel:** [REDACTED]

**E-mail:** hwchoi@kiost.ac.kr

## 1. 서론

### 1-1 연구 배경 및 목적

최근 해양 쓰레기가 우리의 생활 환경과 생태계를 위협하는 주요 원인으로 지적되면서 세계적으로 심각한 환경문제로 대두되고 있다. 우리나라는 삼면이 바다로 둘러싸여 있으며, 부족한 국토를 확장하기 위한 대규모 간척 및 매립사업과 해양레저·문화개발에 따른 인구 유입으로 인하여 다양한 시설이 연안에 집중적으로 배치되고 있어 해양 쓰레기 문제에 직접적으로 노출되어 있다[1]. 이에 정부는 국가 차원의 해양 쓰레기 관리 방안을 마련하기 위해 노력해 왔다. 해양 쓰레기의 전략적 관리를 위해서는 해양 쓰레기의 공간 및 시간적 변동, 현존량, 분포 유형에 대한 이해가 필수적이다[2]. 이에 해양수산부는 2008년부터 국가 해안 쓰레기 모니터링 조사 사업을 수행하며 자료 축적 및 조사 결과를 계절별, 지역별, 유형별로 제공하고 있다[3]. 하지만 수집된 대량의 자료를 단순 나열하는 것에 그쳐 해양 쓰레기의 특성을 이해하기 위한 비교·분석이 곤란하여 정보로서의 가치가 떨어진다는 한계점을 가지고 있다. 따라서 조사자료를 가치 있는 정보로 활용하기 위해서는 복잡하고 많은 정보를 이해하는 데 도움을 줄 수 있는 적절한 시각화 기법을 적용하여 자료의 인사이트를 도출할 수 있도록 해야 한다. 적절한 시각화 기법은 자료에 대한 이해와 통찰의 도구로 작용할 수 있기 때문이다[4]. 특히 우리나라 해안선을 따라 조사되어 위치정보가 포함된 자료는 공간정보 시각화를 통해 자료의 공간적인 분포에 대한 이해를 높일 수 있다. 공간정보 시각화의 특성상 정보를 개념화하는 과정이 포함될 수 있는데, 이는 현상에 대한 이해와 창의적인 문제해결 기회를 향상할 수 있다[5]. 정보를 개념화한다는 것은 정보를 직관적으로 이해하기 쉬운 형태로 디자인하는 것이며, 시각적 요소를 활용하여 정보를 전달하기 쉬운 형태로 요약하여 표현하는 것이다[6]. 이에 본 연구에서는 우리나라 해안선의 지리적인 형태를 시각적으로 디자인함으로써 정보를 복합적으로 볼 수 있게 요약하고 직관적으로 이해할 수 있도록 돕는 원형 막대 도표 시각화 기법을 고안하고자 하였다.

### 1-2 이론적 배경

데이터(Data)는 정보(Information), 지식(Knowledge), 식별(Understanding), 지혜(Wisdom)같이 인간의 사고의 내용을 서술하는 5가지 체계 중 하나이다[7],[8]. 데이터는 연구나 조사를 바탕으로 현실 세계에서 측정하고 수집한 사실이나 값, 정보를 생성해 내기 위해 수집된 원시 자료이며 정보통신 기술의 발전과 접근성으로 인하여 대량으로 생성 및 유통되고 있다. 이러한 상황에서 데이터를 정보로 전달하는 방법의 하나가 데이터 시각화이다. 데이터는 시각화를 통해 새로운 관점으로 보일 수 있으며, 가공되지 않은 데이터에 숨

어 있는 패턴과 예외 사항을 시각적으로 관찰할 수 있다. 또한 데이터 간의 비교, 변화, 분포 등과 같은 상관관계들을 한 눈에 보고 그 가치를 파악할 수 있다. 이러한 접근 방법은 시각화를 탐색적 분석의 도구로 간주하는 것이다[9]. 데이터 시각화의 정의는 분야에 따라 다를 수 있지만 정보를 효율적으로 제공하기 위해 그래픽 요소를 활용하여 시각적으로 인지할 수 있게 표현하는 것이라는 공통점이 있다[10]-[12]. 데이터 시각화의 궁극적인 목표는 데이터의 내재되어 있는 의미와 가치를 사용자에게 전달하는 것에 있다[13]. 데이터 시각화는 먼저 체계적이고 논리적인 방식을 통해 데이터값을 시각적 속성으로 변환한 다음, 그 속성들로 도표를 만들어 인사이트를 도출하는 과정으로 이루어진다. 시각적 속성은 도표를 구성하는 모든 요소를 일컫는데 기본적으로 형태, 크기, 색 등 3가지다. 이러한 시각적 속성을 사용하는 경우는 첫째, 데이터군을 서로 구분하기 위해, 둘째, 데이터값을 나타내기 위해, 셋째, 데이터값을 강조하기 위해서다. 순서 개념이 없는 명목형 데이터는 정성적 색상을 사용하고 순서가 있는 정량적 데이터는 색에 순서를 부여해서 값의 크기 차이, 거리를 명확하게 보여줄 수 있는 순차적 색상을 사용한다[13]. 데이터 시각화의 유형은 다양하지만, 데이터값을 정량 가능한 속성으로 나타내어 도표로 표현한 결과물이라는 공통점이 있다. 본 연구는 데이터 시각화를 ‘시각적 속성을 통해 자료를 복합적이고 직관적으로 표현함으로써 정보 전달의 명확성을 높이는 분석 방법’으로 정의하였다.

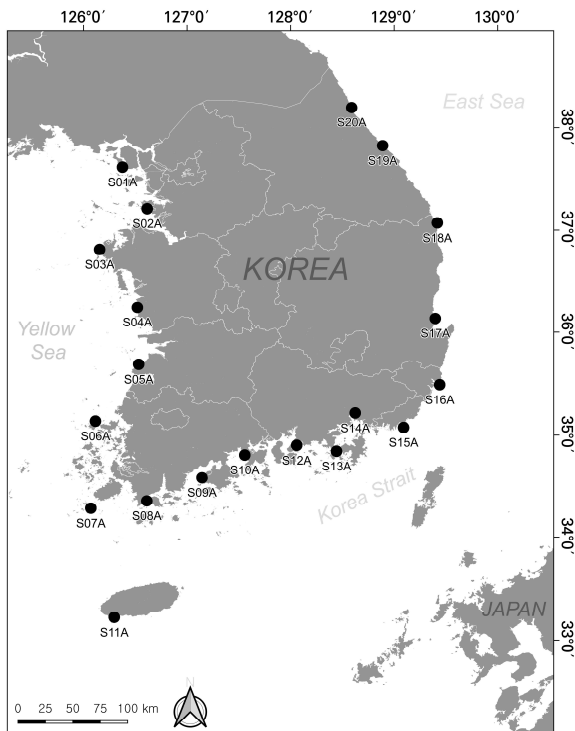
## II. 본론

### 2-1 연구 자료

국가 해안 쓰레기 모니터링 조사는 2008년부터 2023년 현재까지 실시되고 있다. 해안 쓰레기 모니터링 조사자료는 모니터링 정점 수와 방법에 따라 1기(2008~2017년)와 2기(2018~2023년)로 구분된다. 1기는 20개 정점에서 쓰레기 재질을 12개로 구분하여 조사하였고, 2기는 40개 정점에서 8개 재질을 대상으로 구분하여 조사하였다. 본 연구는 비교적 오랜 기간 조사된 1기 자료를 연구 대상으로 하였으며, 고무, 금속, 기타 재질, 목재, 스티로폼, 외국 기인, 유리, 의료 및 개인위생, 종이, 천연 섬유, 플라스틱, 흡연 및 불꽃놀이 12개 재질의 쓰레기 개수를 분석 대상으로 하였다(표 1). 1기 조사 정점은 해변의 길이가 100m 이상인 곳, 모래 또는 잔자갈로 이루어진 해변, 해변 정화 활동이 자주 이루어지지 않는 곳, 조사를 마치고 주변 쓰레기를 제거할 수 있는 곳, 이와 같은 네 가지 조건을 만족하는 해안으로 선정되었다(그림 1). 표 2는 선정된 조사 정점 번호와 지역명이다. 한편 제주 지역의 차귀도 정점이 2012년부터 사계리 해안으로 변경되어 본 연구에서는 차귀도 정점을 사계리 해안 정점으로 포함하여 분석하였다.

**표 1.** 제1기 국가 해안쓰레기 모니터링 명세  
**Table 1.** Specification of Korea national beach litter monitoring during the 1st period

Period	Mar. 2008 ~ Nov. 2017
Site numbers	20
Item Groups (12)	Foreign origin, Glass, Medical and personal hygiene products, Metal, Natural fiber, Other materials, Paper, Plastic, Rubber, Cigarette butts and firecracker, Styrofoam, Wood
Spatial Coverage	100m
Variables	Number, Weight, Volume



**그림 1.** 제1기 국가 해안쓰레기 모니터링 정점 지도  
**Fig. 1.** A site map of Korea national beach litter monitoring during the 1st period (2008 ~ 2017)

2-2 연구 방법

1) 데이터 시각화를 위한 자료 전처리

본 연구에서는 해안 쓰레기의 통계 정보를 복합적이고 직관적으로 전달하여 명확성을 높일 수 있는 시각화 기법 마련을 위해 자료 수집, 전처리, 분석, 시각화 과정을 수행하였다. 먼저 자료 수집 단계에서는 해양환경정보포털에서 제공하는 연도별, 회차별, 유형별, 지역별 해안 쓰레기 발생량 자료를 수집하여 데이터 셋을 구축하였다. 수집한 해안 쓰레기 자료는 하나의 관측 단위가 여러 파일로 나누어져 있어 데이터 분석 및 시각화에 있어서는 비효율적인 형태이다. 왜냐하면 R

에서 시각화를 수행할 때 x축과 y축에 값을 각각 하나씩 지정해야 하는데 y축에 해당하는 쓰레기 유형 정보가 12개의 열로 구성되어 있어 최소 12번의 시각화가 필요하기 때문이다. 이와 같은 데이터를 Messy data, 즉, 지저분한 데이터라고 한다. 표 3은 지저분한 데이터의 예시이며 12개 그룹으로 구성된 변수는 PLA(Plastic), STR(Styrofoam), WOD(Wood), GLA(Glass), FOR(Foreign origin), CIG(Cigarette butts and Firecracker), MET(Metal), FIB(Natural fiber), PAP(Paper), OTH(Other materials), RUB(Rubber), MED(Medical) 등이다. 이러한 데이터는 일관된 분석을 위해 Tidy data 즉, 정돈된 데이터로 변환해야 한다. 정돈된 데이터는 첫째, 각 변수는 열을 구성하고, 각 관측치는 행을 구성해야 한다. 둘째, 각 관측치는 행에 해당하며, 각 관측치의 고유한 식별자로 구분되어야 한다. 셋째, 각 관측 단위는 테이블로 표현되어야 하며, 해당 테이블은 한 가지 유형의 관측치를 포함해야 한다[14]. 이러한 원칙에 따라 데이터 분석 및 시각화를 효율적으로 하기 위해서는 먼저 지저분한 데이터를 정돈된 데이터로 변환하는 과정이 필요하다. 표 4는 쓰레기 유형 정보 12개 그룹을 variable 변수로, 쓰레기 개수를 value로 변환하여 2개의 열로 구성함으로써 지저분한 데이터를 정돈된 데이터로 변환한 예시이다. 이렇게 전처리된 데이터 셋을 활용하면 해안 쓰레기 조사 결과를 정점별, 연도별, 유형별 3가지로 구분함으로써 탐색적 분석에 용이하게 된다.

**표 2.** 제1기 국가 해안 모니터링 조사 정점 지역 정보  
**Table 2.** Regional information of Korea national beach litter monitoring site during the 1st period (2008 ~ 2017)

Site code	Site name	Administrative division
S01A	Ganghwado Yeochari mud flat	Incheon
S02A	Ansan Malbuheung	Gyeonggi-do
S03A	Taeon Baengnipo	Chungcheongnam-do
S04A	Boryeong Seoktaedo	Chungcheongnam-do
S05A	Buan Byeonsan myeon	Jeollabuk-do
S06A	Sinan Imjado	Jeollabuk-do
S07A	Jindo Hajodo	Jeollanam-do
S08A	Haenam Mukdongri	Jeollanam-do
S09A	Goheung Sinheung	Jeollanam-do
S10A	Yeosu Banwol	Jeollanam-do
S11A	Jejudo Sagyeri	Jeju-do
S12A	Sacheon Adudo	Gyeongsangnam-do
S13A	Tongyeong Mangilbong	Gyeongsangnam-do
S14A	Masan Bongam mud flat	Gyeongsangnam-do
S15A	Busan Haeyangdae	Busan
S16A	Ulsan Daewangam	Gyeongsangnam-do
S17A	Pohang Chilpo	Gyeongsangnam-do
S18A	Uljin Hujeong	Gyeongsangbuk-do
S19A	Gang-neung Songjeong	Gangwon-do
S20A	Sokcho Cheongcho	Gangwon-do

표 3. 정돈되지 않은 데이터 셋 예시(2008년 강화도 여차리 갯벌 조사 결과)

Table 3. Example of a messy dataset

Information of site			Type of beach litter											
Code	Year	Period	PLA	STR	WOD	GLA	FOR	CIG	MET	FIB	PAP	OTH	RUB	MED
S01A	2008	1	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12

표 4. 정돈된 데이터 셋 예시(2008년 강화도 여차리 갯벌 조사 결과)

Table 4. Example of a tidy dataset

Site code	Year	Period	variable	Value
S01A	2008	1	PLA	V1
S01A	2008	1	PPA	V2
S01A	2008	1	STR	V3
S01A	2008	1	WOD	V4
S01A	2008	1	MTL	V5
S01A	2008	1	FBR	V6
S01A	2008	1	GLS	V7
S01A	2008	1	RBR	V8
S01A	2008	1	MED	V9
S01A	2008	1	CIG	V10
S01A	2008	1	FOR	V11
S01A	2008	1	OTH	V12
		...		
S01A	2008	6	OTH	V72

2) 공간적 특성을 이용한 정보 디자인

정보를 복잡적이고 직관적으로 인지할 수 있게 표현하기 위해서는 정보를 시각적으로 개념화하는 과정이 필요하다. 이에 따라 본 연구에서는 국가 해안 쓰레기 모니터링 조사정점이 우리나라 동·서·남해안을 따라 비교적 일정한 간격으로 분포하는 공간적 특성을 시각적으로 정보 디자인하였다. 모니터링 정점은 S01A부터 순서대로 서해안을 따라 남해안, 제주, 동해안에 이르는 20개의 정점은 알파벳 모양 “U”의 형태와 유사하다(그림 2의 A). 이 점을 선으로 이어주면 사각형 모양으로 표현할 수 있고 이를 더 단순화하면 원형으로 표현할 수 있다(그림 2의 B). 시각화에서 어떤 수량이 전체에서 차지하는 비율을 표현해야 할 때 전형적으로 쓰이는 방법이 파이 도

표, 즉 원형 도표이다[13]. 따라서 조사 정점과 해안선을 이어 원형으로 표현하고 이를 행정구역 별로 나누거나 조사정점으로 구분하면 우리나라 해안 쓰레기 발생량을 공간적, 정량적으로 비교할 수 있는 정보 디자인이 가능해진다. 이렇게 공간적 특성을 이용한 정보 디자인을 통해 정보를 단순화하여 표현함으로써 정점별, 연도별, 유형별 쓰레기 발생 통계 자료를 복잡적이고 직관적으로 요약할 수 있고 정보 전달의 명확성을 높일 수 있게 하였다.

III. 연구 결과

시각화의 가장 큰 목적은 시각적 속성을 통해 자료를 복잡적이고 직관적으로 표현함으로써 정보 전달의 명확성을 높이는 것이다. 먼저 해안 쓰레기 발생량을 기존의 시각화 기법을 이용하여 표현했을 때 한계점을 파악하고 이를 보완할 수 있는 시각화 기법을 고안하였다.

1) 기존 시각화 기법 이용한 해양 쓰레기 발생량 시각화

• 막대 도표

그림 3은 10년간 조사된 해안 쓰레기 발생 총량을 막대 도표로 표현한 것이다. 이러한 막대 도표는 수치 집합의 크기를 나타낼 때 주로 사용하는데, 막대 도표를 데이터 셋의 정점 Code 순으로 정렬하면 쓰레기 발생량 많거나 적은 정점을 일일이 비교하지 않아도 직관적으로 크기를 비교할 수 있다. 따라서 정점 Code 속성을 해안 쓰레기 발생량 순서에 따라 내림차순으로 정렬하고 발생량을 텍스트로 표현하여 해안 쓰레기 발생량 순위 정보를 직관적으로 전달할 수 있게 하였다. 하지만 이러한 시각화 방법은 매년 격월로 조사된 자료의 총

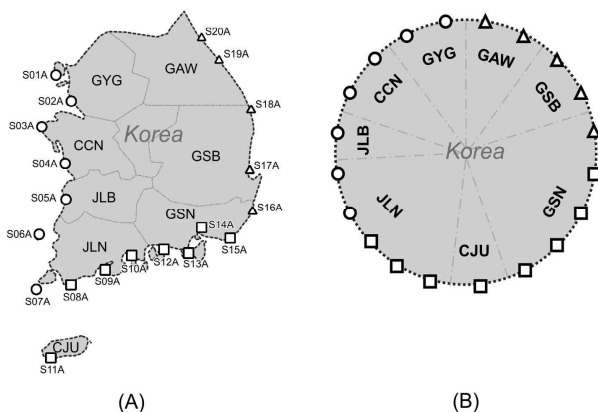


그림 2. 해안선을 따라 위치하는 국가 해안 쓰레기 모니터링 정점(A)과 정보 디자인된 모니터링 정점(B)  
 Fig. 2. Korea national beach litter monitoring sites along coastline (A) Information designed monitoring sites (B)

량을 막대 하나로 표현하였기 때문에 해안 쓰레기의 시계열적인 변동 특성을 전달할 수 없다. 또한 해안 쓰레기 발생량의 공간적인 특성도 전달하기 어렵다. 또한 유형별 쓰레기 발생량을 파악하고자 한다면 유형 12개 각각에 대해 시각화를 수행해야 하는 복잡함이 따르게 된다.

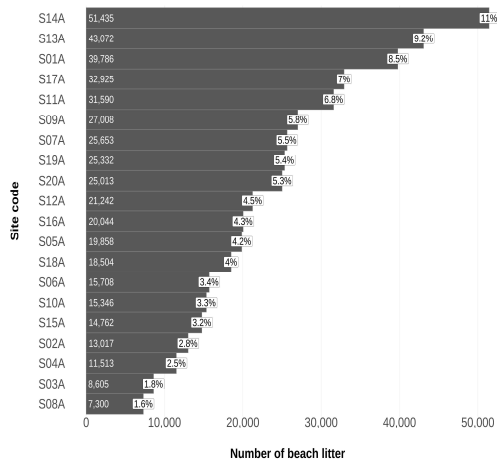


그림 3. 해안 쓰레기 수를 정점 별로 내림차순으로 정렬한 막대도표

Fig. 3. Bar charts sorted beach litter numbers in descending order by site

• 박스 플롯

그림 4는 이를 보완하기 위해 데이터의 분포 상태를 나타낼 때 주로 사용하는 박스 플롯으로 시각화한 결과이다. 쓰레기 발생량 분포는 정점과 회차에 따라 편차가 크기 때문에 log 변환을 선행하였다. 박스 플롯은 쓰레기 발생량의 비대칭성과 같은 분포 특성을 파악하고 쓰레기 발생량이 상대적으로 높고 낮은 정점을 직관적으로 비교할 수 있다는 점에서 효과적임을 알 수 있었다. 하지만 막대 도표와 마찬가지로 쓰레기 발생량의 시계열적, 공간적인 변동 특성을 파악하기 어려울 뿐 아니라 해안 쓰레기 자료에서 중요한 유형별 발생량 정보를 표현할 수 없다는 한계점이 있다.

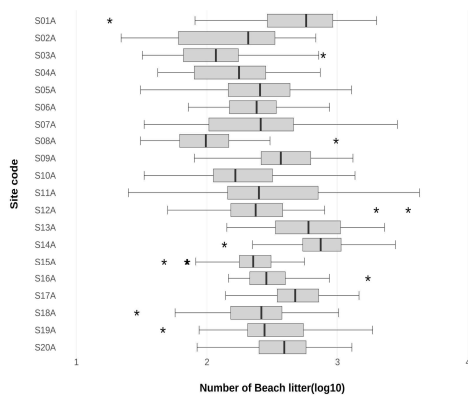


그림 4. 정점 별 해안 쓰레기 수의 박스 플롯  
Fig. 4. Box plots of beach litter numbers by site

해양 쓰레기의 현존량과 축적 속도를 이해하기 위해서는 해안 쓰레기의 시간적 변동을 파악하는 것 또한 중요하다. 그림 5는 이를 위해 회차별 쓰레기 발생량을 상자 도표를 이용하여 시각화한 결과이다. 회차별 쓰레기 발생량의 중간값을 선으로 표현함으로써 쓰레기 발생량의 시계열적 감소를 알 수 있게 된다. 또한 상자 수염을 다각형으로 표현하여 정점별 쓰레기 발생량의 변동 폭을 확인하였다. 이러한 시각화를 통해 쓰레기 발생량의 시계열적인 변동 특성을 파악하는 데는 도움을 주지만, 공간적인 특성 및 유형별 쓰레기 발생 특성을 함께 확인할 수 없다는 한계점이 있다.

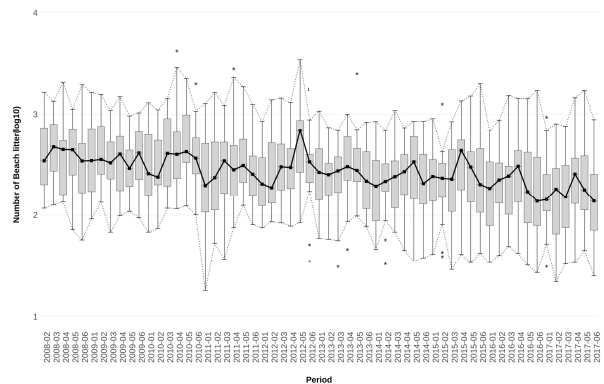


그림 5. 해안 쓰레기 수 상자 도표의 시계열적 가시화  
Fig. 5. Time series visualization of box plots for the beach litter numbers

• 누적 막대 도표

그림 6은 해안 쓰레기를 유형별로 시각화하기 위한 누적 막대 도표로 표현한 결과이다. 누적 막대 도표는 데이터가 전체에서 차지하는 비율을 보여주며 여러 조건이나 시간의 흐름에 따른 추이를 나란히 놓고 비교할 때 유용하다. 이를 통해 대부분의 조사 정점은 일반적으로 플라스틱과 스티로폼의

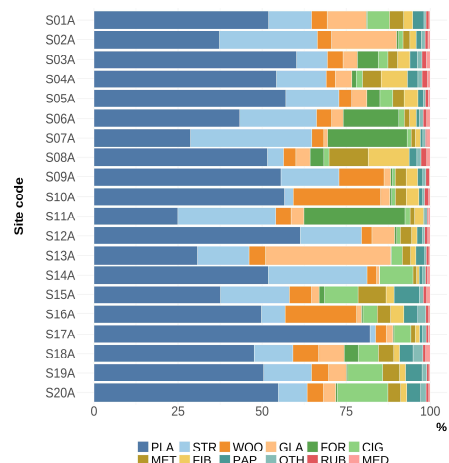


그림 6. 해안 쓰레기 종류 12개 그룹의 누적 막대 도표  
Fig. 6. Stacked bar charts of 12 groups of beach litter type

비중이 매우 높게 나타나는 것을 알 수 있다. 또한 목재, 유리, 외국 기인 쓰레기와 같이 조사정점마다 특징을 갖는 쓰레기 유형이 있음을 쉽게 파악할 수 있게 된다. 이렇게 누적 막대 도표는 쓰레기 발생 유형을 정점별로 비교하여 쓰레기의 유형별 특성을 한눈에 파악할 수 있다는 장점이 있다. 하지만 해안 쓰레기 유형의 시공간적인 분포 차이를 표현하기에는 여전히 어려움이 따른다.

2) 정보 디자인을 이용한 해양 쓰레기 발생량 시각화

• 시공간적 특성이 반영된 시계열 박스 플롯

데이터 시각화는 데이터셋의 특성과 표현하고자 하는 주제에 따라 적절한 방식을 선택하여야 한다. 본 연구에서는 해안 쓰레기의 시공간적인 변동, 유형별 특성에 대한 정보를 직관적으로 전달할 수 있는 시각적 표현 방법으로 조사 정점의 공간적 특성을 이용한 정보 디자인의 결과인 원형 막대 도표를 고안하였다. 그림 7은 우리나라 해안선의 정보 디자인과 박스 플롯을 활용하여 해안 쓰레기 발생 통계량을 시각화한 결과이다. 박스 플롯의 S01A~S07A 정점은 서해안, S08A~S15A 정점은 남해안, S16A~S20A 정점은 동해안에 해당하여 쓰레기 발생 통계량 정보를 공간적으로 전달할 수 있도록 디자인하였다. 상자의 수염에 해당하는 최댓값과 최솟값을 다각형으로 표현하여 남해 연안의 쓰레기 발생량이 많았던 것을 직관적이고 명확하게 파악할 수 있게 하였을 뿐만 아니라 중간값을 통해 평균적으로 남동해안에서 쓰레기가 많이 발생하였음을 복합적으로도 유추할 수 있도록 하였다. 그림 8은 연도 속성을 추가하여 해안 쓰레기 통계량에 시간적인 변동 특성을 함께 시각화한 결과이다. 이를 통해 쓰레기 발생 통계량의 공간적 분포뿐만 아니라 시간적인 변동 특성까지 복합적으로 확인할 수 있도록 하였다.

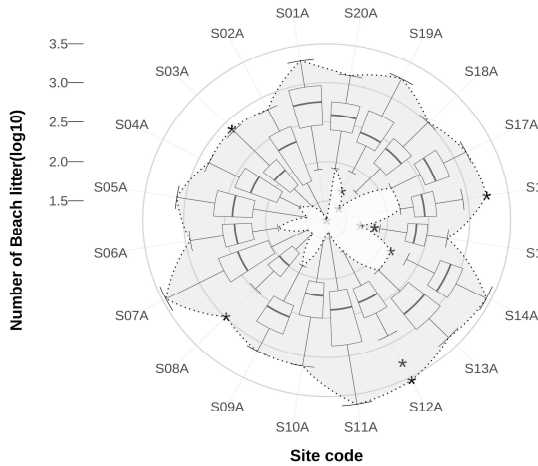


그림 7. 해안선의 정보 디자인을 이용한 해안 쓰레기 수 박스 플롯 시각화  
 Fig. 7. Visualization of box plot for the beach litter number using Information design of coastline

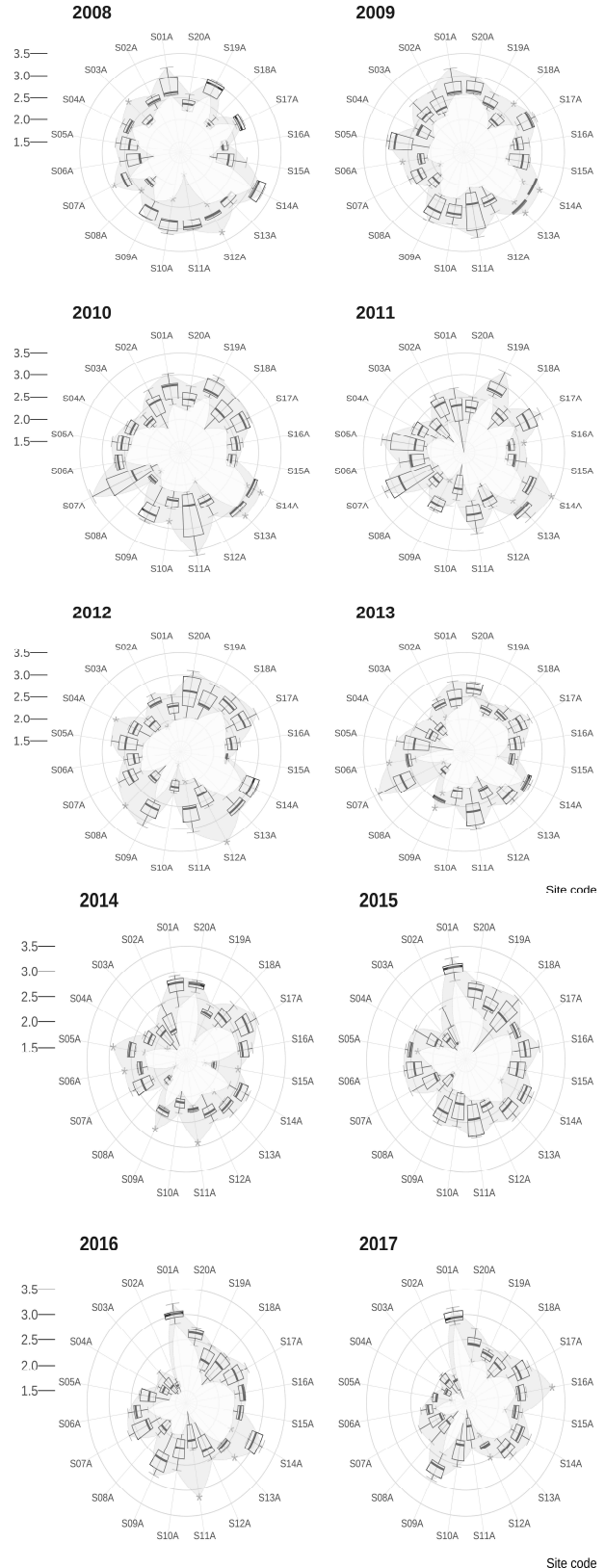


그림 8. 해안선의 정보 디자인을 이용한 해변 쓰레기 수 박스 플롯의 시계열적 변화  
 Fig. 8. Time series variation of box plot for the beach litter number using information design of coastline



• 시공간적 특성 반영 누적 막대 도표

그림 9는 우리나라 해안선의 정보디자인과 누적 막대 도표를 활용하여 해안 쓰레기 유형별 통계량을 시각화한 결과이다. 누적 막대 도표를 통해 공간적으로 파악할 수 있게 시각화 결과이다. 연도 속성을 추가하여 해안 쓰레기 유형별 공간적 분포뿐만 아니라 시간적 변동 특성을 비교할 수 있도록 한 시각화 결과이다. S02A 정점은 2008년부터 2013년까지 스티로폼의 비중이 높다가 2014년부터 유리의 비중이 50% 이상 급증하여 2017년까지 지속된 것으로 보인다. 외국 기인 쓰레기의 경우 2008년부터 2014년까지는 서남해와 제주 연안에서 비중이 높았는데 2016년부터는 S03 정점까지 확대되어 외국 기인 쓰레기가 미치는 공간적 범위가 서해안의 북쪽까지 확대된 것을 알 수 있다. 이를 통해 복합적인 유형별 해안 쓰레기의 시공간적 변동을 직관적으로 파악하는데 도움을 주게 된다.

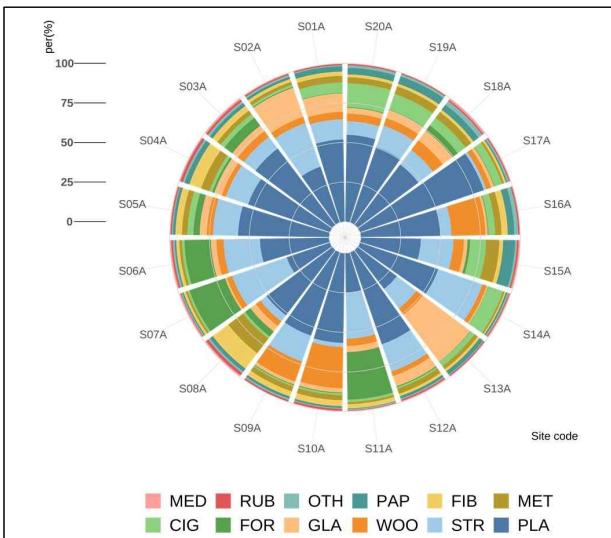


그림 9. 해안선의 정보 디자인을 이용한 유형별 해변 쓰레기 백분율 누적 막대 도표

Fig. 9. Stacked bar charts of beach litter type percentage using the information design of coastline

3) 제안 시각화 기법의 활용 예시

본 연구에서 제안하는 시각화 기법에 따르면 해안 쓰레기 뿐만 아니라 해안에서 수집되는 다양한 자료에 적용할 수 있다. 이를 검증하기 위해 사용한 자료는 2021년 하천영향 및 반폐쇄성해역 환경측정망에서 조사된 해수 수질 평가 등급(WQI)이다. 그림 11은 WQI를 제안한 시각화 기법 적용하기 위해 각 생태 구역별 평균 조사 정점을 선정한 결과이며 그림 12는 선정된 조사정점의 WQI의 비율을 제안하는 시각화 기법을 적용한 결과이다. WQI는 매우 좋음, 좋음, 보통, 나쁨, 아주 나쁨 총 5개 등급으로 구분되는데, 제안 시각화 기법을 활용함으로써 전국 연안 중에서 S12 정점 인근 해역의 해수 수질이 평균적으로 나쁨에 해당하는 것을 직관적으로 인지할 수 있음을 확인하였다.



그림 10. 해안선의 정보 디자인을 이용한 유형별 해변 쓰레기 백분율 누적 막대 도표의 연도별 변화

Fig. 10. Yearly variation of tacked bar charts for the beach litter type percentage using the information design of coastline

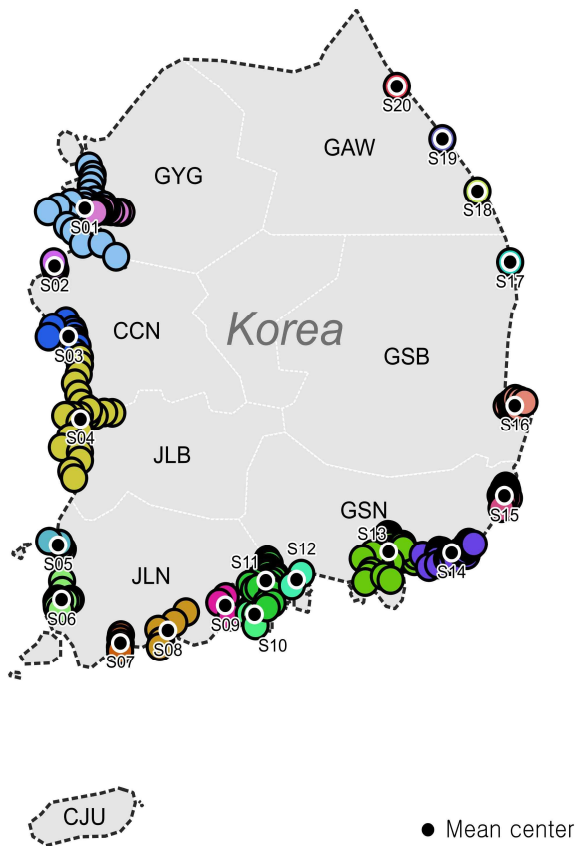


그림 11. WQI 조사 정점 및 생태 구역별 평균 중심  
 Fig. 11. WQI Survey site and mean center by ecological zone

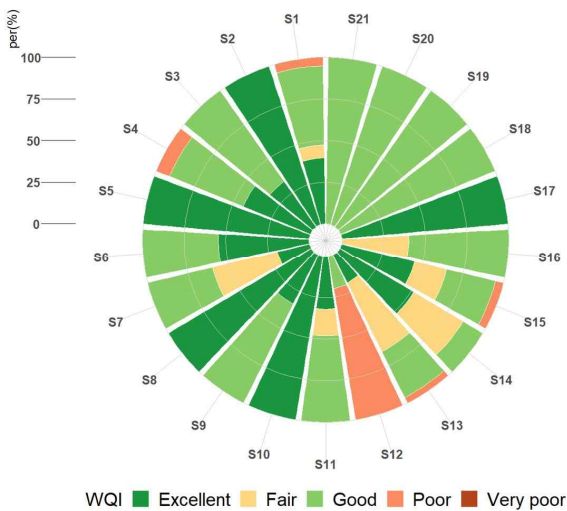


그림 11. 제안 시각화 기법을 적용한 해수 수질 평가 등급 시각화  
 Fig. 11. Visualization of WQI using the proposed visualization method

#### IV. 결 론

해양 쓰레기를 전략적으로 관리하기 위해서는 현존량과 축적 속도, 공간 및 시간적 변동, 발생원 및 이동 경로에 대한 이해가 필수적이다. 이에 본 연구에서는 데이터 시각화를 통해 해안 쓰레기의 시공간적 변동에 대한 정보를 직관적으로 전달 할 수 있는 방안을 마련하고자 하였다. 이를 위해 우리나라 해안선이 가지고 있는 공간적 특성을 정보 디자인함으로써 해안 쓰레기 발생량을 연도별, 지역별, 유형별로 한눈에 인지할 수 있는 원형 막대 도표 시각화 기법을 고안하였다. 그 결과, 조사정점을 행정구역 및 해역 또는 개별 정점으로 구분할 수 있게 되었으며 별도 공간 정보 처리 과정 없이도 해안 쓰레기 발생량의 공간적 분포와 통계량을 파악할 수 있었다. 또한 연도 속성을 추가하여 시간적 변동 특성까지 복합적이고 직관적으로 이해할 수 있게 되었다. 이를 통해 일반적으로 해안에서 조사한 자료를 시각화할 때 지도 위에 막대 도표 또는 파이 도표를 표현하여 정보를 복잡하게 전달하던 한계점을 극복하였다. 본 연구에서는 쓰레기 발생 통계량을 파악하는 것에 그치지 않고, 쓰레기 발생량이 높은 공간이나 연도별 쓰레기 유형 변동 특성 등에 대한 인사이트를 제공하는 분석을 시도하였다. 또한 해수 수질 평가 등급 자료에도 제안하는 시각화 기법을 적용하여 범용성을 확인하였다. 따라서 이러한 정보 디자인을 통한 조사된 자료 시각화 기법 연구는 해양 관련 정책 수립 및 의사결정 지원에 중요한 역할을 할 수 있을 것으로 기대된다.

#### 감사의 글

이 논문은 한국해양과학기술원의 재원으로 "해양 생태계에 미치는 플라스틱 쓰레기의 영향평가 기술개발" 사업 지원을 받아 수행된 연구임(PEA0114).

#### 참고문헌

- [1] S. Y. Ok and H. S. Ji, "The Problem Related to Marine Plastic Debris and Policy Direction for a Plastic Waste Management," *Journal of Civil and Environmental Engineering Research*, Vol. 69, No. 6, pp. 26-30, June 2021.
- [2] S. E. Eo, S. H. Hong, J. M. Song, J. M. Lee, and W. J. Sim, "Abundance, composition, and distribution of microplastics larger than 20  $\mu\text{m}$  in sand beaches of South Korea," *Environ Pollut*, Vol. 238, pp. 894-902, July 2018. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.03.096>
- [3] Ministry of Oceans and Fisheries. Marine Environment



Information Portal [Internet]. Available: <https://www.meis.go.kr/mli/monitoringInfo/intro.do>

- [4] G. S. Kim and K. W. Lee, "A Web Application for Open Data Visualization Using R," *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies*, Vol. 17, No. 2, pp. 72-81, June 2014. <https://doi.org/10.11108/kagis.2014.17.2.072>
- [5] M. J. Kim and G. J. Um, "A Study on Application Cases of Data Visualization for City Improvements," *Journal of the Korean society design culture*, Vol. 24, No. 4, pp. 39-49, December 2018.
- [6] D. H. Kim and D. Kim, "Development and Application of Dynamic Visualization Model for Spatial Big Data," *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies*, Vol. 21, No. 1, pp. 57-70, March 2018. <https://doi.org/10.11108/kagis.2018.21.1.057>
- [7] R. L. Ackoff, *Ackoff's Best*, New York: John Wiley & Sons, pp 170-172, 1999.
- [8] P. Cooper, "Data, information, knowledge and wisdom," *Anaesthesia & Intensive Care Medicine*, Vol. 15, No. 1, pp. 44-45, January 2014. <https://doi.org/10.1016/j.mpaic.2013.11.009>
- [9] A. Kirk, *Data Visualization: A successful design process*, Uiwang: Acompub, p. 27, 2015.
- [10] M. Y. Kim, "The Development of Visualization Indicators for Case-study of Urban Geo-Spatial Information Visualization," *Journal of the Korean Digital Architecture Interior Association*, Vol. 12, No. 3, pp. 49-58, September 2012. UCI: G704-002153.2012.12.3.005
- [11] J. S. Lee, "A Study on Visualizing Method and Expression of Information Design for Big Data," *Korean Society of Basic Design & Art*, Vol. 14, No. 3, pp. 259-269, June 2012. UCI: G704-001069.2013.14.3.026
- [12] E. J. No and S. H. Park, "A Study on Proposing a Guideline for Healthcare Service Visualization - Focusing on the Mobile Healthcare Applications," *Design Convergence Study*, Vol. 15, No. 4, pp. 1-16, July 2012. UCI: G704-SER000008947.2016.15.4.002
- [13] C. O. Wike, *Fundamentals of Data Visualization: A Primer on Making Informative and Compelling Figures*, Anyang: Olnybook, pp. 31-35, 2019.
- [14] H. Wickham, "Tidy Data," *Journal of Statistical Software*, Vol. 59, No. 10, pp. 5-7, August 2014. <https://doi.org/10.18637/jss.v059.i10>



**한재림 (Jae-Rim Han)**

2021년 : 부경대학교 대학원  
(공학석사)

2017년~2019년: 한국해양과학기술원 해양빅데이터AI센터 인턴연구원  
2021년~현 재: 한국해양과학기술원 해양빅데이터AI센터 연수연구원  
※ 관심분야 : 데이터분석(Data Analysis), 시각화(Visualization), GIS(Geographic Information System)



**김태훈 (Tae-Hoon Kim)**

2010년 : 인하대학교 대학원  
(공학석사)

2010년~현 재: 한국해양과학기술원 해양빅데이터AI센터 기술원  
※ 관심분야 : 해양공간계획(Marine Spatial Planning), GIS (Geographic Information System)



**이철용 (Chul-Young Lee)**

2007년 : 인하대학교 대학원  
(공학석사)  
2018년 : 인하대학교 대학원 (공학박사)  
-공간정보공학)

2014년~2016년: (주)환경정보연구원 대표  
2016년~현 재: 한국해양과학기술원 해양빅데이터AI센터 센터장  
※ 관심분야 : 해양빅데이터 분석/기획, 공간분석, GIS DB설계/구축 등



**최현우 (Hyun-Woo Choi)**

1981년 : 인하대학교 (이학학사-해양학)  
1988년 : 서울대학교 대학원  
(이학석사- 해양물리학)  
2010년 : 인하대학교 대학원  
(공학박사- 공간정보공학)

1993년~현 재: 한국해양과학기술원 해양빅데이터·AI센터 책임기술원  
2010년~현 재: 한국해양과학기술원 해양빅데이터·AI센터 기술원  
※ 관심분야 : 공간분석, 지수개발, 시각화