

2019
제5호

발간년월 2019년 9월 주 소 49111 부산광역시 영도구 해양로 301번길 26(동삼동)
감 수 최재선 발행처 한국해양수산개발원 발행인 양창호 홈페이지 www.kmi.re.kr

항만 대기질 특별법 이행에 공공 데이터 연계·활용 필요

안용성 해양정책연구실 전문연구원

(ahnys@kmi.re.kr/051-797-4716)

정세미 해양정책연구실 연구원

(jeongsemi317@kmi.re.kr/051-797-4742)

이도경 해양정책연구실 연구원

(dklee@kmi.re.kr/051-797-4745)

정부는 최근 미세먼지 종합대책의 하나로 「미세먼지 저감 및 관리에 관한 특별법(미세 먼지법)」 시행에 들어간데 이어, 항만과 인근 영향지역의 대기오염물질 배출 및 오염을 집중 관리하기 위한 「항만지역 등 대기질 개선에 관한 특별법(항만 대기질법)」을 제정하였다.

항만 대기질법의 건실한 이행, 항만 및 선박의 배출 저감과 관리정책의 효과를 극대화하기 위해서는 항만의 배출원별 배출실태와 배출물질의 이동·확산, 그리고 영향 분석을 통한 인과관계 규명은 물론 예측하는 방법이 필요하다.

하지만, 현재 각 기관들은 개별적으로 미세먼지 데이터를 수집·생산하여 배타적으로 관리하고 있는 실정이다. 또한 현황 파악을 위해 필요한 데이터인데도 불구하고, 제도 미비로 자료를 서로 공유하거나 연계하여 활용할 수 없는 문제점을 안고 있다.

본 연구에서는 항만 및 선박의 대기오염 현안의 특성과 기술 환경의 변화를 반영하여, 항만 대기질법 이행을 위한 항만 및 항만지역 대기환경 관련 고수요·고가치 공공 데이터를 발굴하고, 이들 공공 데이터의 제공-연계-이용에 장애가 되는 요인을 분석하였다.

우선, 장애 요인으로서는 ① 데이터의 공유·활용을 위한 제도 및 체계 미비, ② 유관부처 및 기관별 업무·관할 경계의 법적 근거 미비, ③ 무분별한 스마트화 추진 우려 등과 같은 문제점이 지적되었다. 이 문제를 개선하는 방안으로는 ① 데이터의 공유·활용을 위한 범부처 차원의 전략 마련, ② 범부처 차원의 협조체계 구축, ③ 부처 차원의 체계적인 스마트화 전략 추진 등을 제시하였다.

또한 도출된 공공 데이터 수요 중 해양수산부에서 추진 가능한 항만·선박의 배출-오염과 관련한

데이터(고수요 데이터)이면서 다음 단계 데이터를 산출하는데 가장 시급한 ‘선박별 연료유 사용 정보’와 ‘항만 배출원별 활동 데이터’의 연계·활용 가능성을 검토하였다.

마지막으로, 항만지역 대기질 개선을 위한 공공 데이터의 연계 및 활용의 구체적 방안으로 디지털 트윈(Digital-Twin) 개념의 사이버 물리적 시스템(CPS)을 기반으로 하는 ‘항만지역 대기오염 통합 모니터링 및 분석·예측 시스템(안)’을 제시하였다. 이 시스템은 공공 데이터 수요와 기존 데이터의 유효성을 파악하고, 이를 바탕으로 수집체계를 개발하는 한편, 사물인터넷으로 항만의 물류 흐름과 항만 장비, 항만의 물리적 환경 등을 연결하게 된다. 그리고 이를 통해 빅데이터화된 공공데이터를 수집하고, 데이터를 통합적으로 연계하여 인공지능으로 분석·예측하는 방법이다.

이와 더불어 가상공간에서 실제 항만의 개별 구성요소에서 물류 흐름까지 자동적·지능적으로 제어할 수 있는 사이버 물리적 시스템(CPS)을 도입하여, ‘스마트 커넥티드(Smart connected)’ 개념의 지능형 자동 분석·예측 및 제어시스템을 구축하고, 이는 추후 항만물류 및 운영, 선박의 관제 등 관련 분야까지 통합할 수 있는 ‘에코-스마트 항만(Eco-Smart Port)’의 기술적 기반으로 작용할 수 있게 설계하였다.

이를 운영하게 되면, ‘Industry 4.0(ID 4.0)’ 기반의 ‘친환경 스마트 항만(Eco-Smart Port)’을 추진할 수 있는 기술적 기반을 마련할 수 있다. 또한 항만·선박의 배출 및 오염현황, 영향 등에 대한 정확한 기초자료의 ‘수집-생산-관리-분석·예측’체계를 구축함으로써 디지털 전환의 기술적 기반을 다지고, 이를 통하여 항만 대기 오염에 대한 현상 파악 및 인과관계 규명을 기대할 수 있는 이점이 있다.

이와 함께, 항만 오염 분석 및 예측결과의 시뮬레이션, 시각화, 나아가 이를 위한 Visual-Analytic Tool 등의 기술 개발과 적용으로, 항만 및 선박에 대한 대기오염물질 배출 저감 및 관리정책 또는 미세먼지 관련 국민 보건정책을 시행하기 전에 사전 진단 또는 부작용 등을 예측할 수 있는 시스템 구축이 가능하다.

항만 대기질 개선을 위한 공공데이터 연계·활용 수요

■ 공공 데이터의 수요 도출

- 국내 항만 대기오염 및 영향 파악과 관련한 공공 데이터 수요를 도출하기 위해 우선 필수적으로 수행해야 하는 작업들을 분야별 특성과 활용의 단계에 따라 모두 3가지 분야로 분류하였음
 - ① 항만 대기오염물질 배출·오염 현황 파악 관련
 - ② 항만 배출 대기오염물질의 대기 중 이동·확산, 건강영향 파악 관련
 - ③ 항만 대기오염물질 통합 분석·예측 관련 등 (①과 ② 통합)
- 각 단계별 작업의 기대 수요 및 가치 등에 대한 분야별 전문가 그룹의 의견을 반영하여, 이른바 고수요·고가치 작업의 수요를 정리하고 이들 작업을 수행하기 위해서 필요한 데이터를 구체화하였음

표 1. 항만지역 대기질 개선을 위한 공공데이터의 연계·활용 수요

구 분	수행 작업	필요한 데이터	생산 데이터
배출·오염 현황 파악 관련	• 항만배출원별 대기오염물질 배출량 산정	<ul style="list-style-type: none"> • 항만 배출원 분류체계 - 선박 배출원 분류체계 - 항만 하역장비 배출원 분류체계 • 항만 배출원별 등록/제원 정보 • 항만 배출원별 활동데이터* • 항만 배출원별 연료유 사용 정보 • 항만 배출량 산정 구역 경계정보 	• 항만배출원별/대기오염물질별 배출량
	• 대기중 오염농도 측정	• 항만 지점별/대기오염물질별 대기중 오염농도 측정값*	• 항만 지점별/대기오염물질별 대기중 오염농도
	• 국내 항만의 배출 및 오염실태 조사 (단기 및 지속 추진)	<ul style="list-style-type: none"> • 항만 배출원별 등록/제원 정보 • 항만 배출원별 배출량 측정값(Sample)* • 항만 지점별 대기중 오염농도 측정값(Sample)* 	• 항만 배출원별/지점별 대기 오염물질 배출량/오염농도 비교 추정데이터*
대기중 이동·확산, 건강영향 파악 관련	• 주요 항만 도시별 대기오염물질의 대기중 농도분포 파악	<ul style="list-style-type: none"> • 항만 배출원별/지점별 대기오염물질 배출량 • 배출량 모형 수행 결과 자료 • 항만 지점별/대기오염물질별 대기중 오염농도 측정값* - 대기질 측정망 자료* • 기상모형 수행 결과 자료 - 지표 및 고층기상대 관측 자료 - 기상 예보자료 	• 대기오염물질별 대기중 농도 분포 데이터
	• 주요 항만 도시별 대기오염 물질의 건강 위해성 평가	<ul style="list-style-type: none"> • 대기오염물질별 대기중 농도분포 데이터 • 지역별 인구 분포 데이터(일반인구, 취약인구 등) • 지역별 보건/역학 데이터(사망, 질환, 입원률 등) 	• 지역별 건강 위해도 데이터

주: * 유무선 네트워크 기반의 센싱 디바이스의 활용으로 실시간 자동 수집이 가능한 데이터
 자료: 한국해양수산개발원 작성

제도 미비 등으로 공공 데이터 연계·활용에는 한계

■ 특수 용도 및 민감 데이터의 공유·활용을 위한 제도 및 체계 미비

- 각 부처·기관별로 각자의 관장 영역에 따라서 독자적·개별적으로 정책을 마련하고 추진하고 있어, 종합적인 시너지를 기대하기 어려운 상황임
 - 각자의 정책 추진 또는 연구개발(R&D)을 위한 작업의 하나로 데이터를 수집-생산하거나 관리하고 있으며, 확보된 데이터 활용의 확장을 염두에 두고 있지 않기 때문에,
 - 부처 및 기관별로 수집-생산된 데이터 역시 연계 및 공유·활용이 현실적으로 어려움
- 이른바 고수요 공공데이터 중 상당 부분은 특수 용도 및 민감 정보의 성격으로, 비공개 대상이거나 특수한 경우 또는 용도에만 제공할 수 있도록 법령에서 규정하고 있는 경우가 많음
 - ‘국가중요시설’로 분류되는 항만의 특성상 출입 및 행위, 시설 설치, 정보통신, 자료 수집 및 공유 등에 보안과 관련한 엄격한 제약이 있음
 - 선박 및 항만 하역 장비 등 항만 배출원의 등록정보 및 활동데이터 역시 기본적으로는 공유에 제한이 있는 보안사항이며, 기업의 영업비밀 및 개인 정보를 포함하는 민감 정보임
 - 수집 데이터의 빅데이터 화를 위해 필수적인 항만구역 내 유무선 네트워크, 센서 측정 및 제어 장비 역시 보안 측면의 엄격한 규제로 실제 설치 및 운용에 어려움이 있는 실정임

■ 유관부처 및 기관별 업무·관할 경계의 법적 근거 미비

- 항만의 경우, 배출 저감 및 관리의 주체조차 명확하지 않은 상황에서 제대로 된 관리·감독이 이루어지지 못하는 등의 근본적인 문제로, 각 기관의 자원을 효과적으로 공유·활용하지 못하는 문제점이 있음

■ 표준화 거치지 않은 무분별한 스마트화 추진 우려

- 공통되는 주요 데이터의 연계, 나아가 활용 방식 또는 형태에 있어서 표준화 또는 통합적 일원화 과정을 거치지 않는다면, 향후 이용의 목적에 따라서 다른 기준이나 전혀 다른 방식의 프로그램을 적용해야 하는 비효율이 발생할 가능성이 높음

항만 대기질 관련 공공데이터의 연계·활용 개선 방안

■ 데이터의 공유·활용을 위한 범부처 차원의 전략 마련

- 항만 대기질과 관련한 각자의 역할에 따라 공공데이터를 체계적으로 생산하고, 이를 연계·활용하기 위해 필요한 사항을 규정·제시하는 범부처 차원의 전략 마련이 시급함

표 2. 데이터의 공유·활용을 위한 전략 마련

장애 요인		개선 방안
<ul style="list-style-type: none"> • 부처·기관별 개별 사업 추진으로 데이터 연계체계 미비 • 특수 용도 데이터 및 민감 데이터 등의 활용 제한 	→	<ul style="list-style-type: none"> • 데이터의 공유·활용을 위한 범부처 차원의 전략 마련 - 데이터 공유 및 연계의 목적 명시 - 데이터의 수요 조사 및 유효성 검토 - 데이터 연계를 위한 조치, 부처/기관별 의무 규정 등

자료: 한국해양수산개발원 작성

■ 범부처 차원의 협조체계 구축

- 국가 차원의 거시적인(Macro) 접근으로 중복 및 누락의 가능성을 최소화하고, 부처별 수요와 강점을 유기적으로 조합하여,
- 이른바 융복합적인 기술적·정책적 해결방안을 도출하고, 이를 위한 협조 또는 공동 추진체계를 마련해야 함

표 3. 범부처 차원의 협조체계 구축

장애 요인		개선 방안
<ul style="list-style-type: none"> • 유관부처 및 기관별 업무·관할 경계의 법적 근거 미비 	→	<ul style="list-style-type: none"> • 특별법 및 하위법령 등에서 항만 대기질 개선과 관련한 부처 및 기관의 지역 또는 업무의 경계를 명확화 • 특정 부처 및 기관에 해당 데이터의 수집 또는 생산의 의무, 연계·활용 위한 협조 체계 규정 - 부처별 수요와 강점을 유기적으로 조합하여 '복합적인 기술적·정책적 해결방안' 도출 - 협조 또는 공동 추진체계 마련

자료: 한국해양수산개발원 작성

■ 부처 차원의 체계적인 스마트화 전략 추진

- 스마트화 구현의 목적을 명확히 하고, 현재의 디지털 전환 단계, 즉 스마트화 추진을 위한 인프라의 수준을 평가하여 각 구성요소별 목표 및 추진 방향을 구체적으로 제시하는 스마트화 전략을 수립해야 함

- 기존에는 개별적으로 수집-생산-관리 되어오던 부처·기관별 기간계 데이터를 연계하여 공공 DB화 하고, 이를 활용하기 위한 방안을 마련해야 함

표 4. 체계적인 스마트화 전략 추진

장애 요인		개선 방안
• 무분별한 스마트화 추진 우려	→	<ul style="list-style-type: none"> • 국가 또는 부처 차원의 체계적인 스마트화 전략 추진 ※ 앞서 제시한 '데이터의 공유·활용을 위한 전략과 연계 또는 통합 필요 • 기간계 데이터 연계·통합 공공 DB 구축(친환경 항만 운영/ 항만 지역 대기질 개선 목적)

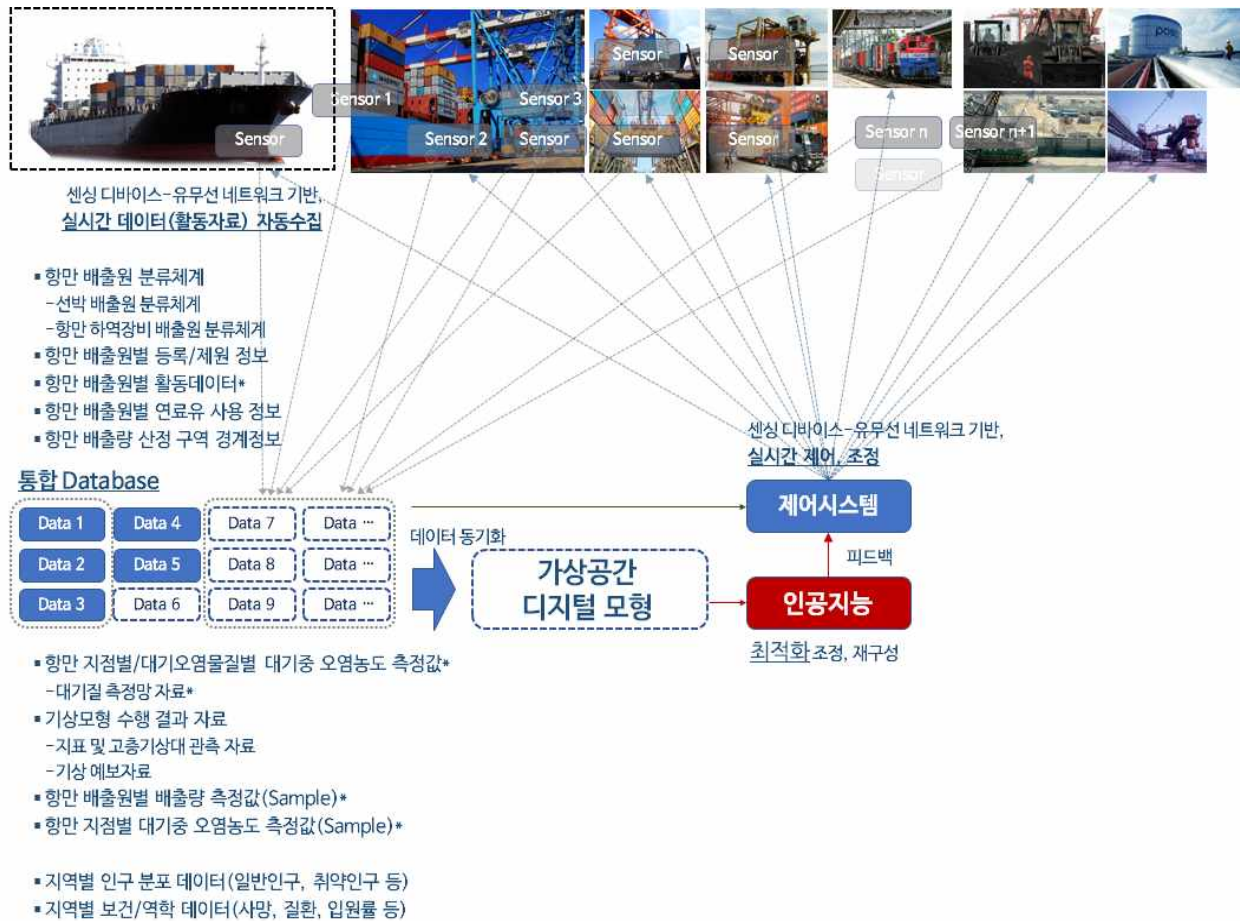
자료: 한국해양수산개발원 작성

항만지역 대기질 개선을 위한 통합모니터링 시스템 구축

■ '항만지역 대기오염 통합 모니터링 및 분석·예측 시스템(안)' 구축 및 운영

- 단계별 시스템인 ① 항만 배출원별 배출량 분석 및 예측 시스템, ② 주요 항만도시별 대기중 농도분포 분석 및 예측 시스템, ③ 주요 항만도시별 건강 위해도 분석 및 예측 시스템을 통합하여 '통합 모니터링 및 분석·예측 시스템'을 구성할 수 있음
- 최신 디지털 기술을 용도에 따라 단계적으로 적용하여, 가상공간에 구축한 세계를 현실의 물리적인 세계와 연결하는 디지털 트윈(Digital-Twin) 개념의 사이버 물리적 시스템(CPS)을 구축·운영하는 것임
 - 우선 데이터의 수요 및 기존의 데이터의 유효성을 파악하여 이를 바탕으로 수집체계를 개발하고, 사물인터넷(IoT)으로 항만의 모든 구성요소 및 물리적 환경 등을 연결함
 - 이를 통해 빅데이터를 수집하고, 기간계 데이터 역시 통합적으로 연계하여 이를 인공지능(AI)으로 분석·예측할 수 있음
 - 가상공간에서 실제 항만의 개별 구성요소부터 물류의 공정까지 자동적·지능적으로 제어 할 수 있는 사이버 물리적 시스템(CPS)을 도입하여 기존의 공정을 해체하는 동시에 지능형 자동 제어 시스템으로 재구성하게 됨
 - '스마트 커넥티드(Smart connected)' 개념의 지능형 자동 분석·예측 및 제어시스템을 구축함으로써, 추후 항만물류 및 운영, 선박의 관제 등 관련 분야까지 통합할 수 있는 '에코-스마트 항만(Eco-Smart Port)'의 기술적 기반을 마련하는 것임

그림 1. 항만 대기질 개선을 위한 사이버 물리적 시스템(CPS) 적용 예시



자료: 한국해양수산개발원 작성

항만 대기질 개선하는 공공 데이터 연계·활용 정책 제언

■ 항만 대기 관련 공공 데이터 공유·활용을 위한 범부처 차원의 전략 마련 필요

- 항만의 배출 및 오염, 이로 인한 국민 보건 상의 위해 정도를 개선하기 위해서는, 국내 항만의 대기 오염 및 영향 파악을 위한 작업들이 단계적으로 추진되어야 하며, 이를 위해서는 수많은 데이터가 확보되어야 함
- 공공 데이터를 각자의 역할과 역량에 따라 체계적으로 생산하고, 이를 수요에 따라 연계·공유·활용하기 위해 필요한 사항을 정리·제시하는 범부처 차원의 ‘항만 대기질 개선을 위한 데이터 연계·활용 전략 (안)’ 마련이 시급함

- 항만지역의 대기질 개선 또는 이를 위한 기초자료(배출 및 오염, 이동 및 확산, 이로 인한 지역 사회에 영향 등) 확보를 공동의 목표로, 이를 구현하기 위한 작업과 작업 수행을 위해 필요한 데이터의 수요를 정확하게 파악해야 함
- 이어서, 필요한 데이터 또는 이를 대체할 수 있는 데이터의 유무, 생산 및 관리의 주체, 공유 장애 요인(민감 정보 등)에 대한 현황 파악이 이루어져야 함
- 그 결과에 따라서, 현재 기관에서 수집 또는 생산 중인 데이터의 형태 또는 종류를 확대하거나 조정하고 특정 데이터의 수집·생산을 추가적으로 요청할 수 있음
- 추후 다음에서 제시하는 부처별 ‘스마트화 전략(안)’과 연계 또는 통합하여 추진해야 함
- 데이터 활용의 다양성을 도모하기 위해서는 가능한 부분에 대한 ‘센싱 디바이스-사물인터넷(IoT)’ 기술 적용으로 빅데이터화를 추진해야 함

■ 항만 대기질 개선에 필요한 부처 차원의 체계적인 스마트화 전략 추진 필요

- ‘스마트화’는 ‘현재 및 미래의 현안 및 문제 해결을 위한 신기술 또는 융복합 기술의 개발 및 적용의 방향’으로 추진되어야 함
- 이러한 과정에서 해당 부처 및 기관 나아가 국민은 단순한 수요자가 아니라 기술 개발 및 적용, 이를 위한 정책 개발의 주도가 되어야 함
- 부처 차원에서 해결이 필요한 문제와 이를 해결하기 위한 기술적 방안, 그리고 현재의 기술 및 정책 환경에 대한 평가, 활용 가능한 자원 및 연계·활용 전략 등을 구체적으로 제시하는 스마트화 전략 수립이 필요함
- ‘스마트화 추진 전략(안)’은 우선 해결이 필요한 현안 및 가까운 미래에 발생할 것으로 예측되는 문제 등을 파악하고, 이를 해결하기 위한 스마트화(Smartification) 작업, 즉 인공지능(AI)과 사물인터넷(IoT)의 연계, 클라우드 컴퓨팅, 빅데이터 기반의 신기술 적용방안 및 이를 위한 정책적·기술적 방안을 제시해야함

■ ‘항만지역 대기오염 통합 모니터링 및 분석-예측 시스템(안)’ 구축 및 운용

- 사물인터넷(IoT) 기반의 자동 수집으로 실시간 빅데이터 수집체계를 구축하고, 분석 및 예측을 위한 지능형 M&S 또는 디지털 트윈 기술 등을 순차적으로 적용하여 ‘스마트 항만’ 운영 플랫폼의 프로토타입을 만드는 작업임
- 해당 시스템의 구축·운용으로 ‘친환경 스마트 항만(Eco-Smart Port)’ 추진을 위한 대내외 기술역량 강화의 기반을 마련할 수 있음

- 국내 항만의 물리적·환경적 조건에 적합한 항만 대기오염 모니터링, 분석 및 예측, 이를 활용하기 위한 인터페이스 또는 연계 기술 등을 개발·적용함으로써,
- 항만의 친환경 운영을 위한 기술적 방안과 정보통신기술 기반의 4차 산업 핵심기술과의 융합을 내재화할 수 있음

■ 국내외 항만 대기오염물질 관리기술 표준화를 통한 신규 항만 환경시장 선도

- 통합 모니터링 및 예측 기술 및 이를 위한 세부 기술의 개발·적용으로, 항만 대기오염물질 관리 표준체계, 그리고 이를 위한 기술 및 시스템의 기준 및 표준안을 개발해야 함
 - 이를 통하여, 항만 내 대기환경 관리 및 친환경적 운영을 최적화함으로써 정책의 효율성과 신뢰도를 제고할 수 있음
 - 국내 주요 항만에 대한 적용 확대 과정을 거쳐, 향후 아시아 역내 항만기구 혹은 IMO(국제해사기구), 국제표준화기구(ISO) 차원의 관련 기술 표준안으로 제정되도록 추진해야 함
- ODA 대상 국가에 필요한 ‘적정기술’ 개념의 ‘항만 및 항만도시 대기오염물질 모니터링 및 관리 표준 시스템’의 모듈 및 최적 기술 등을 개발하여 기술지원 사업의 형태로 국가 차원의 ‘친환경 항만 ODA’ 사업을 추진할 수 있음
 - 기술 확산을 통해 세계시장을 선도하기 위한 기반을 확보하는 동시에, 국내기관-업체들의 해외 시장 진출의 마중물 성격의 사업으로 육성해야 함

KMI 현안연구 요약보고서

구분	제목	발행일
제1호	해양관광 경쟁력 지수 개발 연구	2019.09.04.
제2호	고등어류 수급통계 개선방안	2019.09.05.
제3호	해수욕장의 사회약자 포용성 증진 방안	2019.09.10.
제4호	수산물품질관리사 제도 활성화 방안	2019.09.11.

URL: <https://www.kmi.re.kr/>