

기상특보 발령과 해양폐기물 처리량의 연관성 분석을 통한 해양폐기물처리량의 추정*

Estimation of Marine waste Disposal through Analysis of Correlation between Weather warning and Marine waste Disposal

박기연** · 이종수*** · 김도완**** · 박순호***** · 배재근*****

Gi-Yeon Park · Jongsoo Lee · Dowan Kim · Soonho Park · Chaegun Phae

요약: 본 연구에서는 국가기상특보 발령현황과 해양폐기물 처리량과의 관계를 규명하고, 두 인자의 상관관계를 이용하여 국가 기상특보 발령현황 예측 결과에 따라 해양폐기물 발생량을 예측하였다. 국가기상특보 발령현황과 해양폐기물 처리량과의 연관성을 알아보기 위해 선형회귀법을 사용하였으며, 두 데이터 사이의 기본 단위가 결정하였다. “예측, ETS” 기능과 기본단위를 이용하여 2021년부터 2030년까지 국가기상특보 발령현황과 해양폐기물 처리량을 예측하였다. 연도별로 약간의 변동성은 있으나, 두 인자가 서로 연관되어 있어 서로의 기본단위로 계산하였을 때 해양폐기물의 처리량은 64.5톤/건으로 나타났다. 2021년부터 2030년까지 국가기상특보 발령현황과 해양폐기물 처리량 예측 결과는 꾸준히 증가하고 있다. 본 연구의 결과는 미래 기상재해 및 해양폐기물에 대한 정부의 대비를 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것이다. **핵심주제어:** 지구온난화, 기상특보, 해양폐기물

Abstract: The relationship between two factors—the occurrence status of the national weather warnings and the national marine waste disposal volume—was identified. The latter was predicted based on the prediction of the former. Linear regression was used to determine the association between the two factors and the basic unit was determined. The “FORECAST, ETS” function and basic unit were used to predict both factors from 2021 to 2030. The results show that the occurrence status has been steadily increasing, whereas the disposal volume has increased, significantly decreased in the middle, and then increased again. Furthermore, this two data are related to each other, which showed 64.5 ton/case when it was calculated based on the two factors’ basic units. For the period 2021–2030, the prediction of the occurrence status of the national weather warnings and the national marine waste disposal volume has steadily increased. Overall, this study’s results can be used as basic data to help the government prepare for future weather disasters and marine waste disposal.

Key Words: Global warming, special weather report, marine waste

* 본성과는 환경부의 재원을 지원받아 한국환경산업기술원 “신기후체제 대응 환경 기술개발사업”의 연구개발을 통해 창출되었습니다. (과제번호: RE202201567)

** 주저자, 서울과학기술대학교 환경정책학과 학사수로

*** 공동저자, 서울과학기술대학교 에너지환경공학과 박사수로

**** 공동저자, 서울과학기술대학교 환경기술연구소 연구원

***** 공동저자, 서울과학기술대학교 에너지환경공학과 석사수로

***** 교신저자, 서울과학기술대학교 환경공학과 교수

I. 서론

국내의 해양폐기물 정의는 『해양폐기물 및 해양오염퇴적물 관리법』의 제2조제5호와 『해양환경관리법』의 제2조제4호에 따라 해양 및 바닷가에 유입·투기·방치된 쓸 수 없으면서 해양환경에 해로운 결과를 미칠 수 있는 물질을 의미한다.

해양폐기물은 중금속, 발암물질 등의 유해물질을 포함할 수 있으며, 이러한 물질의 대부분은 희석이나 확산되기보다는 침전되어 특정 해저를 오염시키게 된다. 유기물질이 대량으로 함유된 폐수 및 오니는 부영양화, 적조현상의 원인이 되어 어류의 생산성에 영향을 줄 수 있다(채영근, 2008, p.637). 폐기물에 포함된 중금속, 유기염소계 화합물, 플라스틱 등의 유해물질들은 먹이사슬로 인해 해양생물뿐만 아니라 인간에게도 악영향을 일으킬 수 있다. 또한 어망 등의 플라스틱 유래의 폐기물이 해양내에서 미세화되어 해양생물들의 소화기관에 축적되는 등의 물리적인 영향을 주고 있다. Gall and Thomson(2015)는 다양한 문헌자료에서 690종의 서로 다른 해양생물이 해양폐기물의 물리적인 영향을 받고 있는 사실을 확인했다.

이런 해양폐기물이 발생하는 요인은 크게 해양 기인과 육상 기인으로 구분할 수 있다. 해상 기인은 어업활동이나 낚시활동 등으로 발생하는 경우로 낚시줄, 어망 등이 있다. 그리고 여객선 등의 선박의 운항이나 해양시설 등에서 발생되기도 한다. 육상 기인은 해변이나 연안에 거주하거나, 방문하는 사람들이 쓰레기를 방치하거나 무단 투기하는 경우와 육상에서 발생한 쓰레기가 집중호우, 홍수, 태풍 등의 풍수해로 인해 강이나 하천을 거쳐서 해양으로 넘어오는 경우로 분류가 가능하다. 이러한 발생 요인 중에서 육상 기인으로 인해 발생한 해양폐기물이 전체 해양폐기물에서 약 75%~85%에 해당되며, 특히 하천을 통하여 바다로 유입되는 양이 가장 많이 차지한다(홍종욱, 2007, p.61). 실제 “해양환경정보포털”에 따르면, 육상 기인으로 발생하는 해양폐기물이 약 9만 5천 톤이고 해상 기인으로 발생하는 해양폐기물이 약 5만 톤으로, 육상 기인이 대부분임을 알 수 있다. 그리고 육상 기인에 의한 것 중

에서도 하천으로 인한 유입이 약 8만 7천 톤으로 가장 크며, 그 중에서 홍수 시기에 유입되는 초목 종류의 폐기물은 약 6만 천 톤으로 전체 해양폐기물에서 가장 많이 차지한다.

「2020년 재해연보」에 따르면, 지난 2020년에 한국에서는 기상역사상 가장 따뜻했던 1월, 쌀쌀하고 강풍이 많았던 4월, 변동 폭이 컸던 여름 기온, 최장기간의 장마와 많은 비 등으로 7개의 이상기온 현상이 발생하는 것으로 발표되었다(행정안전부, 2020, p.58). 그 중 가장 주목해야 할 점은 최장기간 장마와 많은 비, 태풍(8월 이후에 4개의 태풍영향과 1951년 이후 처음으로 7월 태풍 미발생)이다. 실제 2020년 우리나라의 장마철 기간은 54일(중부지방 기준)로 1973년 이후로 가장 길었으며, 장마철 전국 강수량은 693.4mm로 상위 2위를 기록했다(행정안전부, 2020, p.73). 이를 보았을 때 갈수록 늘어나는 장마기간과 이에 따른 강수량이 증가하고 있으며, 태풍 또한 우리가 예측할 수 있는 범위 내에서 벗어나고 있다는 것을 알 수 있다. 이에 따라서 풍수로 인한 피해가 증가하고 있고, 이를 복구하기 위해 드는 비용도 증가하고 있다.

현재 해양폐기물과 관련해서 분포도나 특성, 수거시스템, 처리방법, 관리방안, 정책에 관한 연구는 활발히 진행되고 있다. 하지만 해양폐기물의 발생 원인에 관한 연구는 다른 연구에 비해 상대적으로 적은 상황이다. 현재 우리나라에서 해양폐기물 발생원과 관련하여 이루어진 연구로는 김용진 등(2012)이 남태평양 도서국에 현장조사를 실시해서 해당지역의 해양폐기물 성상과 그 원인을 연구하였다. 그리고 Jang 등(2014)이 해양폐기물의 흐름에 따라 2012년 한국 해양폐기물의 양을 추정하는 연구를 진행했다. 해당 연구는 재해 폐기물(나뭇가지 등과 같은 천연물질 포함)이 약 8만 7천 톤으로 가장 많은 양을 차지한 것을 보여준다. 그 이외에 이혜성·김경준·김용진(2018)이 도로분진 중 미세플라스틱이 합류식 관거를 사용하는 하수처리시설을 통해서 해양으로 방류될 가능성이 있다는 내용으로 연구하기도 했다. 앞서 설명한 세 연구는 모두 해양폐기물의 발생 원인을 설명하고 있으나, 해양폐기물 발생원인 중에서 적지 않은 부분을 차지하고 있는 풍수해와 관련된 연구는 진행되지 않고 있다.

본 연구는 재해연보에 기록된 전국 기상특보 발령현황 데이터와 해양수산부에서 제공하는 전국 해양폐기물 처리량 데이터를 서로 비교하여 연관성을 파악하고, 전국 기상특보 발령현황에 대한 전국 해양폐기물 처리량 원단위를 산정하였다. 그리고 앞으로의 전국 기상특보 발령현황을 예측해서 이에 따른 전국 해양폐기물 처리량에 대한 예측을 실시하였다.

II. 연구방법

전국 기상특보 발령현황과 해양폐기물 처리량을 파악하기 위하여 행정안전부에서 제공하는 재해연보와 해양수산통계시스템에서 제공하는 해양쓰레기 수거·처리 실적 데이터를 활용했다.

전국 기상특보 발령현황은 1979년부터 2020년까지의 재해연보에서 제공하는 각 연도별 기상특보 발령상황 통계를 사용했다. 해양폐기물은 주로 풍수해에서 발생하므로 풍수해에 해당하는 기상특보 발령현황만을 이용했다. 단, 풍수해 기상특보 중 폭설은 폭설로 인해서 발생한 폐기물은 해양에 유입되지 않는다고 가정하여 특보 건수에서 제외하였다. '79년부터 '20년까지 기상특보의 명칭에 변화가 있었기 때문에 1979년부터 '20년까지는 폭풍, 폭풍우, 파랑, 태풍, 해일, 강풍, 풍강, 풍랑, 호우에 대한 주의보와 경보가 발생한 수를 합해서 사용했다.

실제 전국 기상특보 발령현황과 지구온난화의 연관성을 파악하기 위해, 전국 기상특보 발령현황과 세계평균표면온도 변화율에 선형회귀를 사용해서 R^2 값을 산출했다. 세계평균표면온도 변화율은 미국 항공우주국(NASA)에서 제공하는 Global Temperature을 활용했으며, 세계평균표면온도가 1.4℃를 기준으로 얼마나 변화했는지 나타내는 지표이다. 실제 지구온난화와 관련된 연구를 할 때 많이 사용되는 지표이다.

전국 기상특보 발령현황과 전국 해양폐기물 처리량을 선형회귀를 통해서 R^2 값을 산출함으로써 연관성을 파악했다. 해양폐기물 처리량은 2009년부

터 2020년까지의 해양쓰레기 수거·처리 실적에서 각 연도별 총합을 사용했다. 다만, 전국 해양폐기물 처리량에서 2012년과 2013년 데이터는 2012년부터 육상폐기물 해양투기에 관련된 정책에 의해 변화 폭이 크기 때문에 제외시켰다. 연관성을 파악한 후, 각 연도별로 전국 해양폐기물 처리량에 전국 기상특보 발령현황을 나누어서 각 연도별 전국 기상특보 발령현황에 대한 전국 해양폐기물 처리량의 원단위를 구했다. 그 후 각 연도별 원단위들을 평균을 내서 평균 원단위를 산출했다.

전국 기상특보 발령현황과 해양폐기물 처리량처럼 시간에 따라 값이 변하는 데이터를 시계열데이터라고 한다. 이런 시계열데이터를 가장 효과적으로 예측하는 방법이 바로 시계열분석이다. 시계열분석이란 과거에 발생했던 사실이 미래와도 일련의 관련성이 있다는 것을 전제로, 과거자료의 경향분석을 통해 미래의 수요를 예측하는 기법이다(송재호·허향진, 2001, p.310). 이 분석법은 비교적 정확한 결과를 도출할 수 있다. 시계열분석 중에서 지수평활법은 적절한 평준화방법을 통하여 불규칙한 형태의 패턴을 가진 시계열의 확률오차를 제거시켜서 쉽게 인식할 수 있도록 매끄러운 곡선을 구하는 방법이다(송재호·허향진, 2001, p.312). 이때 계절성을 반영한다. 이 방법으로 구한 예측 값들은 경우에 따라 다른 방법들에 비해 상당히 정확하고 계산이 간단하기에 많은 사람들이 사용하는 방법 중 하나이므로 본 연구에서는 시계열 분석 중에서 지수평활법을 사용하여 예측하였다.

이런 지수평활법을 가장 쉽게 할 수 있는 방법이 엑셀에서 FORECAST.ETS함수를 활용하는 방법이다. FORECAST.ETS함수는 지수평활법을 기반으로 모든 시계열 데이터 중에서 최근 데이터에 더 많은 가중치를 부여하며 예측하는 함수이다. 이 함수를 사용하는 방법은 먼저 엑셀의 FORECAST.ETS.SEASONALITY 함수를 활용해서 주어진 시계열 데이터의 계절성을 계산한 후, FORECAST.ETS에 대입해서 예측하면 된다. 먼저 전국 기상특보 발령현황을 FORECAST.ETS 함수를 사용해서 자료가 제공되지 않은 2021년부터 향후 2030년까지 예측 값을 산출하였다.

예측된 전국 기상특보 발령현황에 앞서 구한 전국 기상특보 발령현황에

대한 전국 해양폐기물 처리량의 평균 원단위를 곱해서 2021년부터 2030년까지의 전국 해양폐기물 처리량을 예측했다. 이 방법의 정확성을 판단하기 위해서, 평균 원단위를 이용하여 2009년부터 2012년까지의 전국 해양폐기물 처리량을 구하고 실제 전국 해양폐기물 처리량과의 오차율을 계산했다. 추가적으로 전국 해양폐기물 처리량에 FORECAST. ETS 함수를 직접 사용해서 예측한 값과 앞서 평균 원단위를 이용해서 나온 예측 값을 비교해서, 앞으로의 정부에서 해양폐기물을 대비해야하는 처리량을 예측했다.

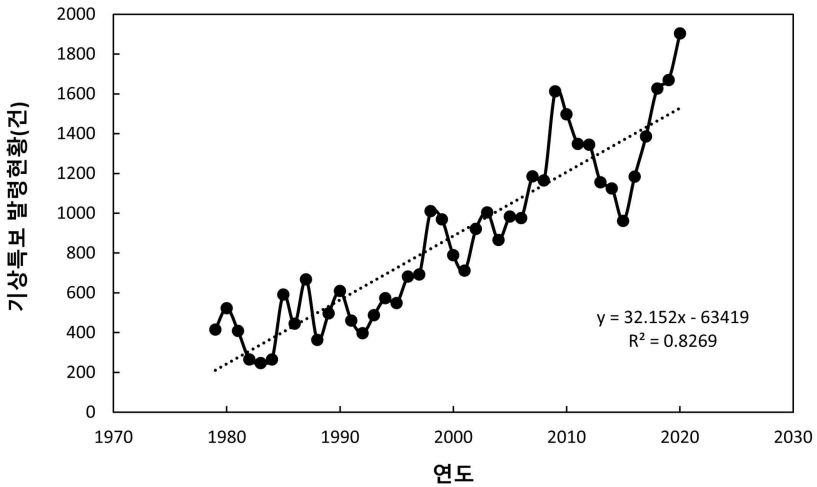
III. 연구결과

1. 기상특보 발령현황과 해양폐기물 처리량의 연관성 분석 및 원단위 산출

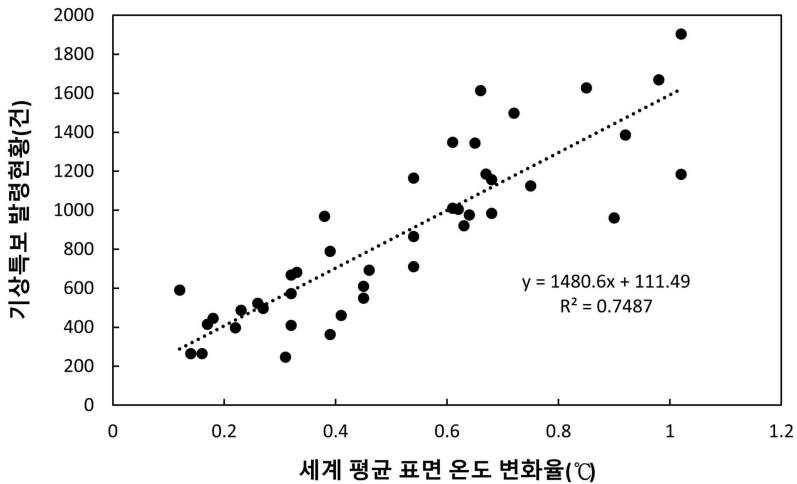
전국 기상특보 발령현황은 1979년에 415건이 발생한 것을 시작으로 2009년까지 1,613건으로 증가와 감소를 반복하며 전반적으로 증가하는 추세를 보이고 있다. 2009년부터 시작해서 2015년까지 961건으로 급격히 감소했고, 2016년에 1,184건으로 그 이후까지 다시 증가하는 추세를 보이며, 2020년에는 1,904건으로 가장 많은 기상특보가 발령된 것을 알 수 있다(그림 1).

전국 기상특보 발령현황과 지구온난화의 연관성을 파악하기 위해 선형회귀를 진행한 결과는 R^2 값이 0.7487으로 나왔으며, 서로 연관성이 있는 것으로 판단된다. 세계 평균 표면온도 변화율은 1979년에 0.17°C로 시작해서 2020년에 1.02°C로 전국 기상특보 발령현황과 비슷한 추세를 보이며 전반적으로 증가하고 있다(그림 2).

〈그림 1〉 연도별 기상특보 발령 추이



〈그림 2〉 기상특보 발령현황과 세계평균표면온도 변화율의 선형회귀 결과

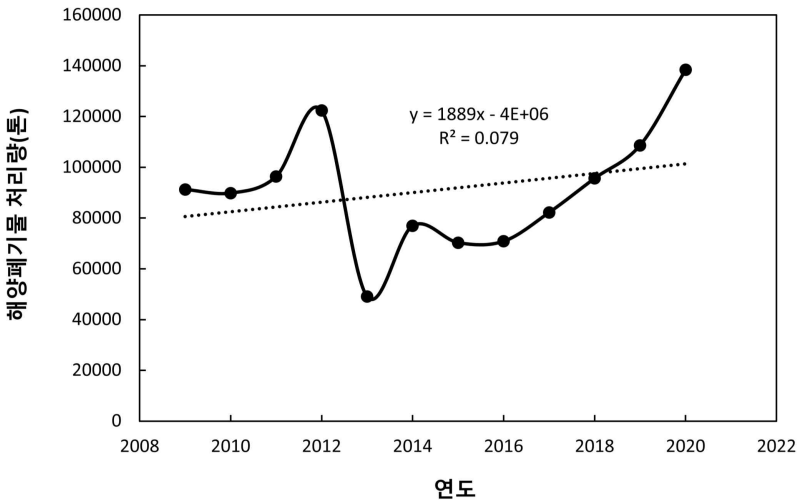


김승혁·유민우·이선재·석형근·유태영(2019)의 연구에 따르면, 지구온난화로 인해서 물의 증발량이 늘어나게 되면서 태풍이나 집중호우, 대홍수와 같이 물이나 기상재해의 발생이 증가하고 있다고 예측했다. 그 이외에 오재호(2007)의 연구에 따르면, 전 지구의 평균온도가 3°C 이상 오르면 2080년

쯤에는 해수면이 최소 23cm가 상승하며 이로 인해 전 세계 인구의 1/5이상이 홍수로 인한 피해를 입을 것이고, 그 기간 동안 한반도에서는 강수량과 홍수에 의한 피해가 증가할 것으로 예측했다. 이를 바탕으로 지구온난화로 인하여 풍수해 형태인 이상기후가 증가하게 되면서 전국 기상특보 발령현황도 같이 증가한 것으로 판단된다.

전국 해양폐기물 처리량이 2012년 이후로 실행된 육상폐기물 해양투기관리의 정책의 변화로 인해 그 차이가 크기 때문에, 연관성을 파악할 때 2012년과 2013년 데이터를 제외했다. 그 결과로 R^2 값이 0.9553으로 1에 매우 가깝게 나타났다<그림 3>. 이는 전국 기상특보 발령현황과 전국 해양폐기물 처리량이 매우 높은 연관성을 가지고 있다고 판단되며, 전국 기상특보 발령현황에 따라 전국 해양폐기물 처리량의 연도별 원단위를 산정한 결과를 <표 1>에 나타내었다. 2009년에 56.6톤/건으로 가장 낮게 나왔고 2015년에 73.2톤/건으로 가장 높게 나왔으며, 2009년부터 2020년까지 전반적으로 비슷하게 나왔다. 이 값들을 평균을 이용해서 평균 원단위를 구하면 64.5톤/건이 나온다.

〈그림 3〉 연도별 해양폐기물 처리량 추이



〈표 1〉 전국 기상특보 발령현황과 해양폐기물 처리량 및 원단위

연도	기상특보 발령현황 (건)	해양쓰레기 처리량 (톤)	원단위 (톤/건)
2009	1,613	91,257	56.6
2010	1,498	89,825	60.0
2011	1,348	96,342	71.5
2012	0	0	-
2013	0	0	-
2014	1,125	76,936	68.4
2015	961	70,317	73.2
2016	1,184	70,840	59.8
2017	1,386	82,176	59.3
2018	1,627	95,631	58.8
2019	1,669	108,644	65.1
2020	1,904	138,362	72.7
원단위(평균)			64.5

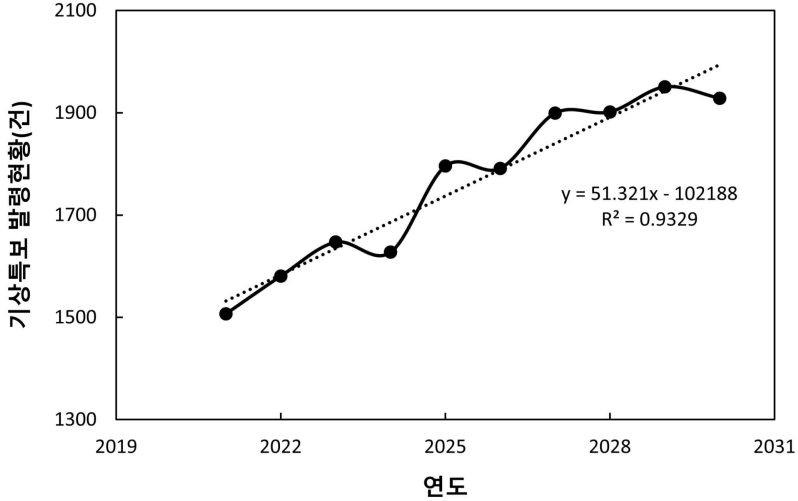
2. 기상특보 발령현황에 따른 해양폐기물 처리량 추정

1979년부터 2020년까지의 전국 기상특보 발령현황을 FORECAST. ETS함수를 이용해서 예측한 결과는 〈그림 4〉에 나타났다. 2020년에 1,904건이었던 것에 비해 2021년에 1,507건으로 약 400건이나 감소하면서 큰 폭으로 떨어졌다. 2021년 이후로 2029년에 1,951건으로 가장 높게 나왔고 2030년에 1,929건으로 조금 감소했다. 〈그림 5〉에는 2020년까지의 전국 기상특보 발령현황과 비슷하게 증가와 감소를 반복하며 전반적으로 증가하는 추세를 보이고 있다. 이는 2021년부터 2030년까지의 전국 기상특보 발령현황 예측에서 2020년까지의 전국 기상특보 발령현황의 추세를 반영한 것이라고 판단된다.

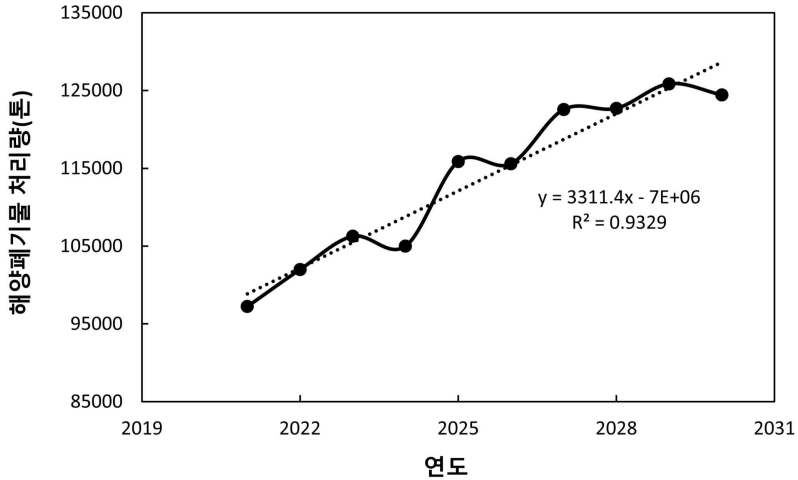
평균 원단위를 이용해서 나온 전국 해양폐기물 처리량의 예측 결과는 〈그림 5〉에 나타내었다. 2020년의 약 14만 톤에 비해 2021년은 약 10만 톤으로 약 4만 톤이나 큰 폭으로 감소했다. 2021년 이후로 전국 기상특보 발생현황 예측 값처럼 2029년에 약 12만6천 톤으로 가장 높게 나왔고 2030년에 약 12만4천 톤으로 조금 감소했다. 〈그림 6〉의 전국 기상특보 발령현황 예측값처럼 증가와 감소를 반복하며 전반적으로 증가하는 추세를 보여주고 있다. 이는 전국 기상특보 발령현황 예측값에 평균 원단위를 곱하게 되면서, 전국 해양폐기물 처리량 예측값에 전국 기상특보 발령현황 예측값의 추세를 반영한

것으로 판단된다.

〈그림 4〉 전국 기상특보 발령현황 예측 결과



〈그림 5〉 평균 원단위를 이용한 전국 해양폐기물 처리량 예측 결과



평균 원단위를 이용해서 전국 해양폐기물 처리량을 산출한 값과 실제 전국 해양폐기물 처리량과의 오차율을 계산한 결과를 <표 2>에 나타내었다.

2009년의 오차율이 14.0 %로 가장 높게 나왔고 2019년의 오차율이 0.9 %로 가장 낮게 나왔다. 연도별 오차율은 2009년을 포함해서 2015년에 11.8%, 2020년에 11.2%로 이들을 제외하면 전반적으로 10% 미만으로 나타났다. 평균 오차율은 8.7%로 전국 기상특보 발령현황에 평균 원단위를 곱해서 전국 해양폐기물 처리량을 산출하는 것은 나름 정확하다고 판단된다. 이 오차율을 줄이기 위해서는 시계열분석 특성상 많은 데이터가 있어야 더 정확하게 판단하기 때문에, 전국 해양폐기물 처리량의 데이터양이 전국 기상특보 발령과 같이 충분히 확보되어야 할 것으로 사료 된다.

〈표 2〉 대표 원단위를 이용한 추정 처리량과 실제 해양폐기물 처리량

연도	대표 원단위 (톤)	실제 해양쓰레기 처리량 (톤)	오차율 (%)
2009	104,076	91,257	14.0
2010	96,656	89,825	7.6
2011	86,977	96,342	9.7
2012	0	0	-
2013	0	0	-
2014	72,588	76,936	5.7
2015	62,007	70,317	11.8
2016	76,395	70,840	7.8
2017	89,429	82,176	8.8
2018	104,979	95,631	9.8
2019	107,689	108,644	0.9
2020	122,852	138,362	11.2
평균			8.7

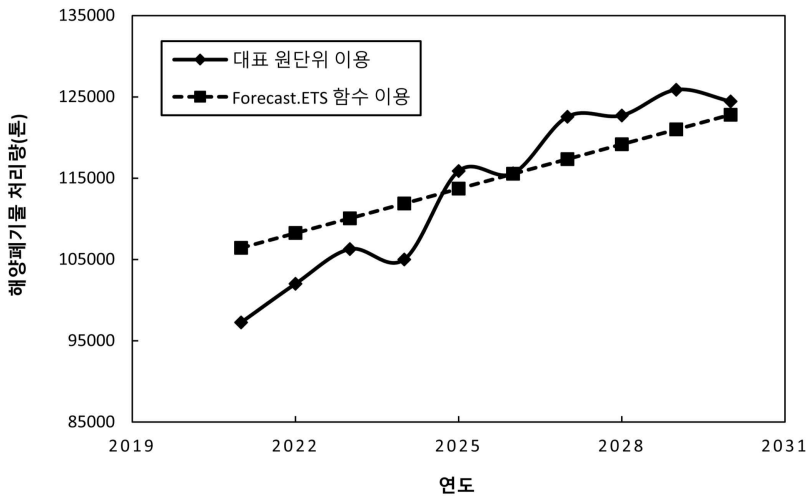
2009년부터 2020년까지의 전국 해양폐기물 처리량에 FORECAST. ETS함수를 이용해서 직접 예측한 결과는 〈표 3〉에 나타내었다. 2020년에 비해 2021년은 약 11만 톤으로 대략 3만 톤이나 큰 폭으로 감소했다. 2021년 이후로 2030년에 약 12만3천 톤까지 선형으로 증가하는 추세를 보이고 있다. 각 방법별로 예측한 전국 해양폐기물 처리량을 비교한 결과는 2021년부터 2024년까지는 평균 원단위를 이용해서 나온 결과가 전반적으로 약 6,500톤

이나 더 높게 나왔으며, 2025년부터 2030년까지는 FORECAST. ETS함수를 이용해서 나온 결과가 전반적으로 약 3,000톤이나 더 높게 나왔다. 이는 FORECAST. ETS함수를 이용해서 나온 전국 해양폐기물 처리량의 증가 폭이 평균 원단위를 이용해서 나온 전국 해양폐기물 처리량의 증가 폭보다 작기 때문이라고 판단된다.

〈표 3〉 추정방법별 해양폐기물 처리량

연도	대표 원단위 이용	FORECAST. ETS 함수 이용
2021	97,242	106,245
2022	102,000	108,245
2023	106,279	110,066
2024	105,007	111,886
2025	115,877	113,707
2026	115,587	115,527
2027	122,558	117,348
2028	122,714	119,168
2029	125,868	120,989
2030	124,439	122,809

〈그림 6〉 추정 방법별 해양폐기물 처리량



이를 바탕으로 정부에서는 2021년부터 2024년까지는 FORECAST. ETS함수를 이용해서 나온 전국 해양폐기물 처리량을 기준으로 대비해야 하며, 2025년부터 2030년까지는 평균 원단위를 이용해서 나온 전국 해양폐기물 처리량을 기준으로 처리량을 예측하는 것이 합리적이라 판단된다.

V. 결론

해양폐기물은 해양이나 바닷가에 유입·투기·방치된 폐기물로 여러가지 유형으로 피해를 줄 수 있다. 이런 해양폐기물은 다양한 형태로 유입되며, 특히 풍수해로 인한 하천 등을 통한 유입이 해양폐기물 발생에 적지 않은 영향을 준다. 최근 2020년의 재해연보에서 이상기후로 인한 기상재해가 늘어나고 있으며 이로 인한 피해가 증가하고 있는 것으로 지적하고 있다. 하지만 이런 상황 속에서도 국내 연구에서는 해양폐기물과 기상재해와 연관 지어서 진행된 연구가 거의 없는 상황이다. 본 연구는 행정안전부의 재해연보와 해양수산통계시스템의 해양쓰레기 수거·처리 실적 데이터를 바탕으로 선형회귀를 통해 전국 기상특보 발령현황과 전국 해양폐기물 처리량간의 연관성을 파악하고 원단위를 산정하였다. 그 후 FORECAST. ETS함수를 사용해서 2021년부터 2030년까지의 전국 기상특보 발령현황과 이에 따른 전국 해양폐기물 처리량을 예측하였다.

전국 기상특보 발령현황은 지구온난화로 인한 이상기후 때문에 1979년부터 2020년까지 증가와 감소를 반복하면서 전반적으로 증가하고 있는 추세를 보여주고 있다. 전국 해양폐기물 처리량은 2012년부터 2013년까지의 육상 폐기물 해양투기 정책의 변화로 큰 폭으로 감소하였으나 2013년 이후부터 2020년까지 계속 증가하는 추세를 보였다.

전국 기상특보 발령현황과 해양폐기물 처리량을 선형회귀를 통해 분석한 결과, R^2 값이 0.9553으로 서로 연관성을 가지고 있으며, 기상특보 발령현황 당 전국 해양폐기물 처리량에 대한 대표 원단위는 64.5톤/건으로 나타났다.

2021년부터 2030년까지의 전국 기상특보 발생현황 예측 결과는 2021년에 1,507건으로 시작해서 2030년에 1,929건까지 전반적으로 증가하는 추세를 보이고 있으며, 같은 기간 동안 대표 원단위를 사용해서 나온 전국 해양폐기물 처리량 예측 결과는 전국 기상특보 발령현황과 같은 추세를 보여주고 있다.

2021년부터 2030년까지의 평균 원단위와 FORECAST. ETS 함수를 이용해 추정된 해양폐기물 처리량을 비교한 결과, 2021년에서 2024년까지는 FORECAST. ETS 함수를 이용한 해양폐기물 처리량이, 2025년부터 2030년까지는 평균 원단위를 이용한 전국 해양폐기물 처리량이 더 높게 나온 것을 확인하였다.

평균 원단위를 이용한 전국 해양폐기물 처리량과 실제 전국 해양폐기물 처리량으로 2009년부터 2020년까지의 각 연도별 오차율을 계산한 결과, 평균적으로 8.7%로 나왔으며, 오차율이 낮기 때문에 평균 원단위를 이용해 전국 해양폐기물 처리량을 예측하는 것은 유의미 하다고 판단된다.

본 연구의 결과는 2021년부터 2030년까지 정부에서 풍수해와 이로 인해 발생될 해양폐기물의 처리를 대비하기 위해서 참고할 수 있는 기초자료로써 활용될 것으로 사료된다.

■ 참고문헌 ■

- 김승혁·유민우·이선재·석형근·유태영, 2019, “지구온난화에 따른 이상기후의 변화”, 『한국 환경교육학회 학술대회 자료집』, pp.338~346.
- 김용진·김현중·양석준·이숙희·최운수·홍선욱 등, 2012, “남태평양 도서국의 해양오염 폐기물 분포특성 및 발생원 분석”, 『한국폐기물자원순환 학회 춘계학술 발표 논문집』, pp.399~401.
- 송재호·허향진, 2001, “시계열을 활용한 제주지역 관광객 수요 예측: 예측모델간 비교와 유치목표치 설정”, 『산경론집』, 15(1), pp.309~322
- 오재호, 2007, “지구온난화에 따른 한국에서 자연재해 발생 전망”, 『한국위기관리논집』, 3(2), pp.82~84.
- 이혜성·김경준·김용진, 2018, “도로분진 중 미세플라스틱의 해양 유입 가능성에 관한

연구”, 『한국폐기물자원순환학회 학술대회자료집』, p.122.

채영근, 2008, “육상폐기물 해양투기의 문제점과 개선방안”, 『환경법연구』, 30(3), pp.629~658.

해양폐기물 및 해양오염퇴적물 관리법, 2022, 제2조 제5호

해양환경관리법, 2022, 제2조 제4호

행정안전부, 2020, 『2020년 재해연보』, 서울: 행정안전부

홍종욱, 2007, 『육상기인 해양쓰레기관리 분담방안 연구』, 경남: 경남연구원

Gall, S.C. and Thomson, R.C., 2020, “The impact of debris on marine life”, 『Marine Pollution Bulletin』, 92(1), pp.170~179

Yong Chang Jang, Jongmyoung Lee, Sunwook Hong, Jin Yong Mok, Kyoung Shin Kim, Yun Jeong Lee, et al., 2014, “Estimation of the annual flow and stock of marine debris in South Korea for management purpose”, 『Marine Pollution Bulletin』, 86(1-2), pp.505~511

해양환경정보포털, 2018, “해양폐기물 정책”, <http://www.meis.go.kr/mli/intro/learn.do>, [2023.01.25.]

박기연: 서울과학기술대학교 환경공학과 환경정책전공에서 학사학위를 취득하고 현재 환경 분야에서 취업하기 위해 준비 중이다. 관심분야는 기후·에너지관련 정책, 해양폐기물 발생원인, 처리 및 관리방안 등이 있다(q75331@naver.com).

이종수: 서울과학기술대학교 에너지환경공학과에서 석사 및 박사학위를 취득하였으며 최근 전국폐기물통계조사와, 환경 정책 관련 연구를 수행해왔다(jjong1324@naver.com).

김도완: 서울과학기술대학교 에너지환경공학과에서 석사 및 박사 학위를 취득하고 현재 서울과학기술대학교 환경기술연구원에서 재직 중에 있다. 정책에 기반한 연구를 중심으로 수행하고 있다(dowan2050@nate.com).

박순호: 서울과학기술대학교 환경공학과 학사수료 후, 에너지환경공학과에서 석사학위를 취득하였다. 관심 분야는 폐기물 처리, 환경인증, ESG이다(qkrtnsgh94@gmail.com).

배재근: 서울과학기술대학교 환경공학과 교수로 전공분야는 폐기물처리 및 자원화이다. 음식물류 폐기물, SRF 및 바이오가스 등 여러 분야에 대한 연구를 수행하고 있다. “과채류 부산물의 발생 및 처리 현황 조사를 통한 재활용량 산출”, “음식물류 폐기물 자원화 시설 개선 및 자원화 제품 건전성 확보 방안 마련에 대한 연구”, “전국 폐기물 통계조사 연구의 사업장 폐기물 조사 및 분석방법 비교와 개선사항 도출에 관한 연구” 등 여러 논문을 발표한 바 있다(phea@seoultech.ac.kr).