

2021년도 제안경진대회

제안명 : 탄소중립시대, K-해양기상으로 지구를 구하다

《국기관명 : 》

발표자	소속 : 직급 : 성명 :
제안제목	탄소중립시대, K-해양기상(KMA)으로 지구를 구하다 *K-해양기상(KMA): Korea Marine weAther optimal ship routing 한국형 해양기상 선박 최적항로
개요	<ul style="list-style-type: none"> 국제해사기구(IMO)의 온실가스 감축 전략으로 해운분야 환경규제 강화에 따라 조선·해운시장에서 온실가스 규제는 지속적으로 강화되고 있음 공공에서 민간까지 친환경 선박 보급의 촉진, 무탄소 선박 단계적 상용화 등 해양산업 분야 온실가스 배출 저감 수단 다양화 필요
현황 및 문제점	<ul style="list-style-type: none"> (현황1) 국제선박 온실가스 배출량은 10억 5천만톤으로 총 배출량의 2.9% 차지, 우리나라는 1,181만톤으로 총 온실가스 배출량의 1.3% 차지 (문제점1) 향후 온실가스 저감 노력을 하지 않을 경우, 선박 온실가스는 총 배출량의 10%에 육박하게 되어 해운업계 규제 불가피 (현황2) 선박의 국제운항은 해양사고 저감과 연료 효율 등을 위해 기상정보와 해양환경으로 선정되는 최적항로를 활용 (문제점2) 항로선정을 위한 기상정보는 주로 미국, 일본 등 외국기관 자료를 활용함에 따라 정보 구매를 위한 외화 유출 심각
개선방안 (개선내용)	<ul style="list-style-type: none"> 개선목표: 한국형 최적항로 융합정보로 외화 절감 및 탄소중립시대 대응력 강화 개선방향 및 내용: 선박운항에 절대적으로 필요한 해양기상예측정보를 외국정보가 아닌 국산 정보로 전환, 외화유출 축소와 더불어 효과적인 최적항로 선정 지원으로 탄소 저감 기여 <ol style="list-style-type: none"> 외국정보보다 정확한 중장기 해양기상 예측정보의 생산 선박 운항에 필수적인 해양기상정보, 공공데이터 개방 선박운항자 대상 기상사업자 정보제공으로 산업 성장 유도
기대효과 (개선성과)	<ul style="list-style-type: none"> K-해양기상정보를 활용한 선박의 최적항로 운항으로 온실가스 배출량 11+a%, 약 134+a만톤 이상 저감 기대 외국 모델보다 정확도 높은 K-해양기상정보, 국가 브랜드가치 향상 항로 선정 기상자료 구매비용 약 160억원 외화 유출 축소 가능 기상사업자의 산업특성에 맞는 맞춤형 고품질 서비스 생산 유도로 기상 산업 성장기여 등 향후 한국형 최적항로 융합정보 활성화로 미래 시장 경쟁력 확보 가능
조치사항	<ul style="list-style-type: none"> ▪관련규정 개정() ▪인력추가 지원() ▪예산확보·지원() ▪업무프로세스 조정(○) ▪관련기관 협의() ▪기타()

2021년도 제안경진대회

제안명 : 탄소중립시대, K-해양기상(KMA)으로 지구를 구하다!

*K-해양기상(KMA): Korea Marine weAther optimal ship routing
(한국형 해양기상 선박 최적항로)

2021. 3. 31.

소속 직급 성명

기후위기! 선박으로 인한 온실가스, 무엇을 해야할까?

- **(사회적 배경)** 국제해사기구(IMO)의 온실가스 감축 전략으로 해운분야 환경규제 강화에 따라 조선·해운시장에서 온실가스 규제는 지속적으로 강화되고 있음
 - ※ (국제목표) 기후변화협약(UNFCCC)의 교토의정서와 파리협정에 근거하여 국제해사기구(IMO)는 해운분야에서 2008년 대비 2050년 50% 감축 목표
 - ※ (국내목표) 2050 국가 탄소중립을 위해 '50년까지 '17년 대비 50%(593만톤) 감축 목표¹⁾
 - ※ (규제) 2020년부터 전세계 모든 해역을 항해하는 선박연료유 황함유량 기준 3.5→0.5%²⁾
- **(환경적 배경)** 공공에서 민간까지 친환경 선박 보급 촉진, 무탄소 선박 단계적 상용화 등 해양산업 분야 온실가스 배출 저감 수단 다양화
 - ※ 2050년까지 무탄소 선박 단계적 상용화: (저탄소)LNG, 전기→(무탄소)수소, 암모니아
- **(경제적 배경)** 운항 서비스가 창출하는 경제적 효과 및 세계 해양 정보 시장이 2018년 이후 매년 10.55% 성장할 것으로 예상³⁾
 - ※ 2023년 선박 운항 관련 세계 항로 서비스 시장 약 7500억원에 육박 전망
 - 선박 운항 연료 절감, 기상상황에 따른 해양사고 예방, 원거리 항로 증대, 북극 항해에 대한 기술적 가능성 향상으로 최적항로 기술개발을 위한 장기 기상정보 수요 발생
 - ※ 북극항로 이용 시 운하 사용에 요금이나 관세가 없고 거리는 30% 이상 단축됨



전세계를 항해하는 선박 최적항로, 기상정보 국산화로
온실가스 배출 ↘ 정보 구매 비용 ↘

1) 2030 친환경선박(Greenship-K) 추진전략(산업통상자원부, 해양수산부, 2020)
 2) 2021년 해양수산부 주요업무 계획
 3) 오르비스 리서치

- (현황1) 전세계 국제선박 온실가스 배출량은 10억 5천만톤으로 총 배출량의 2.9% 차지, 우리나라는 1,181만톤으로 총 배출량의 1.3%⁴⁾

※ 우리나라 총 온실가스 배출량 9.3억톤, 선박 배출량은 국내해운 410만톤, 국제해운 771만톤



- ➔ (문제점1-1) 향후 온실가스 저감 노력을 하지 않을 경우, 선박 온실가스는 총 배출량의 10%에 육박하게 되어 해운업계 규제 불가피

※ 선박 배출권 거래제 적용: 향후 5년간 26억 800만톤을 해운업 포함 684개 업체에 할당⁵⁾

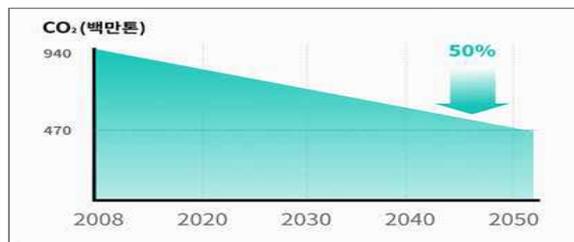
※ 물류산업 CO₂ 배출량(백만톤/km) 비교: 선박(315.3) > 승용차(168.2) > 버스(47.6) > 철도(29.8)⁶⁾

- ➔ (문제점1-2) 우리나라의 단계적 친환경 정책으로 LNG⁷⁾ 전환에 1조 3천억 원 예산 소요, 무탄소 선박 전환은 30년의 긴 시간이 필요함

※ 2022년까지의 노후외항선 친환경 선박 전환 50척은 전체 노후선의 11% 수준

- 노후외항선 2022년 460척 → 2025년 636척 증가, 2018~2020년까지 22척(165억) 전환완료

※ LNG 선박은 미세먼지 등 감축효과는 뛰어나나 CO₂ 감축은 15~30%로 미흡하여 2030년까지 3% 감축가능, 2040년이 되어서야 온실가스 25%(목표치의 절반) 감축 가능



<선박 온실가스 배출목표>

4) IMO GHG(GreenHouseGas) 4차 Study(IMO, 2020)

5) 국가 온실가스 종합관리시스템(환경부, 2020)

6) 국가철도망구축계획 수립연구(국토교통부, 2010)

7) 경제성, 법과 제도, 기술수준 등을 고려 시 국제 항해 선박(중대형선박)에서 기존 연료를 대체할 수 있는 유일한 연료

○ (현황2) 선박의 국제운항은 해양사고 저감과 연료 효율 등을 위해 기상 정보(해류, 바람 등)와 해양환경(지형, 수심 등)으로 선정되는 최적항로를 활용

➔ (문제점2-2) 국제운항은 수심 일이 소요되지만, 국내외에서 활용할 수 있는 예측정보는 10일 이내로 짧음

※ 아시아-미주 항로 20일 이상, 아시아-유럽항로 40일 이상(북극항로 30일 이상) 소요

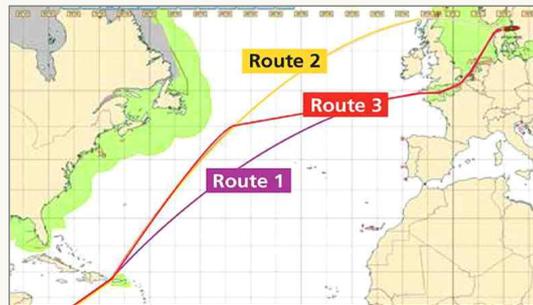
➔ (문제점2-1) 항로선정을 위한 기상정보는 주로 미국, 일본 등 외국 기관의 자료를 활용함에 따라 정보 구매를 위한 외화 낭비 심각

※ 국내 해운회사가 지불하는 기상 및 항로정보, 서비스 로열티 연 160억원 이상

*** 최적항로란?**

해양환경(수심, 지형)과 기상영향(해류, 바람, 파랑 등) 등을 고려하여 시간, 비용을 최대 절감할 수 있는 최선의 운항경로

※ 해양환경은 변하지 않는 반면 기상은 시시각각 변해 최적항로 선정에 절대적 영향 차지



*** 최적항로는 어떻게 선정하나?**



※ ※ 입력되는 기상정보는 미국, 일본 등 외국 정보 활용

*** 최적항로 운항 효과?**

선박이 최적항로 운항 시, 연료 소비 절감이 6~11% 감축 가능

※ 광양에서 호주 포트필콧 최적항로 운항 시 연료 소비와 탄소배출 6% 절감⁸⁾

※ 도쿄에서 샌프란시스코 모의 결과, 운항시간 차이는 적으나 연료 소모 11% 감소(434.9→385.2톤)⁹⁾

8) 실효역 운항 데이터를 활용한 최적항로 지원 시스템 효과검증(추계학술대회 논문집, 2015)

9) 해상환경을 고려한 선박항로의 최적화 시나리오 비교분석(대한조선학회 논문집, 2014)

개선방향

한국형 최적항로 융합정보로 탄소중립시대 대응력 강화

K-해양기상정보
(기상청)

최적항로
(해운, 항로회사)

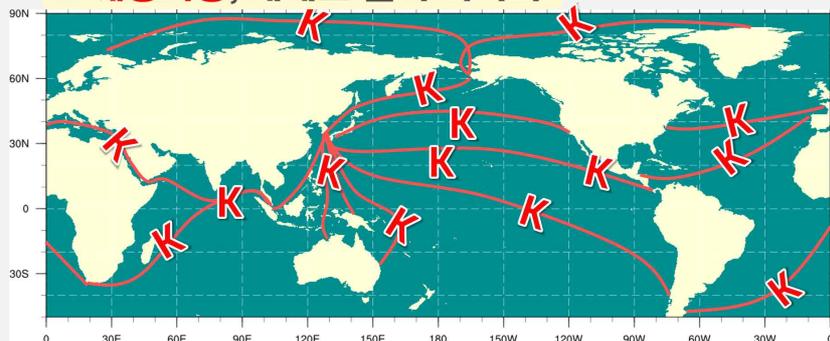
한국형 최적항로 융합정보

최적항로 선정 필수요소인 **기상정보 국산화**로
전세계 선박 운항에 우리 정보를 활용할 수 있도록 개선

선박 효율 운항으로 **탄소 배출** ↓

국내 생산 기상정보 사용으로 **외화 유출** ↓

K-해양기상, 세계로 뻗어 나가다!



1 외국정보보다 정확한 중장기 해양 예측정보의 생산

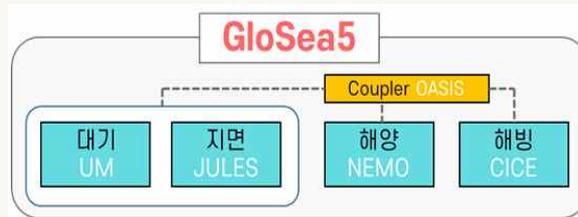
○ 국내 기상자료, 어떤 자료를 활용할 수 있을까?

- 기상청은 기후예측시스템(이하 GloSea5) 활용하여, 해류, 바람, 해빙* 등 정보를 생산하며, 최근 파랑** 장기 예측자료를 서비스 중

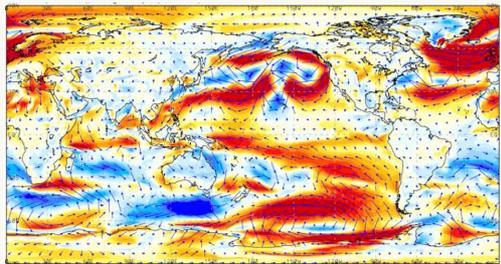
*해류, 바람, 해빙: 1일부터 3개월 이상, **파랑: 1일부터 1개월까지 3시간 간격

기상청 전지구 기후예측시스템(GloSea5)

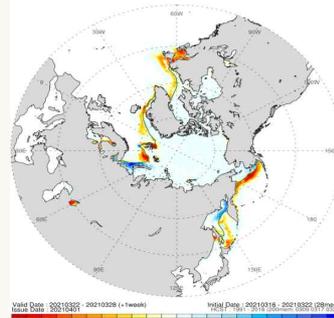
- * 대기, 지면, 해양과 해빙이 접합된 모델로 장기에보, 기후전망 생산을 목적으로 함
- * 예측기간/생산주기: 1일~3개월 이상(3시간 간격)/1일 1회
- * 예측요소: 기온, 기압, 강수 등 대기요소, 수온, 해빙, 염분, 유속 등 해양요소



< 기후예측시스템(GloSea5) 개념도 >



< 10m 바람 예측 >



< 해빙 예측 >

○ 국외 자료와의 정확도 분석결과¹⁰⁾, 기상청 예측자료 신뢰도 높음

- (분석자료) GloSea5(한국)과 HYCOM¹¹⁾(미국) 예측, 표류부이 관측자료
- (분석방법) GloSea5 예측자료와 표류부이 관측자료 비교

HYCOM 모델과의 상관성, 오차 비교

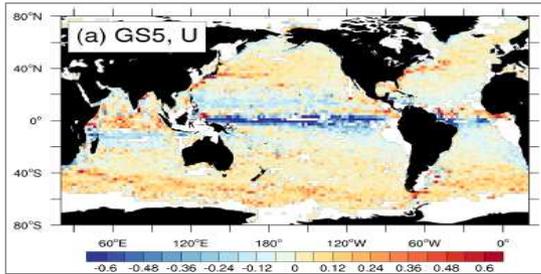
※ HYCOM은 0~6일까지 예측자료만 생산되어 6일까지 비교

10) 고해상도 기후예측시스템의 표층해류 예측성능 평가(Ocean and Polar Research, 2018)

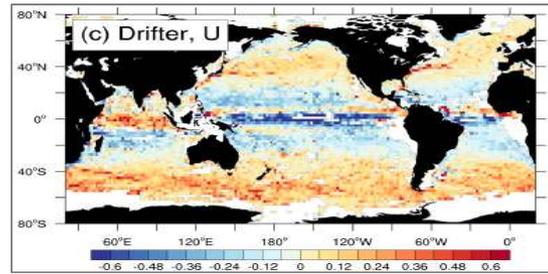
11) HYbrid Coordinate Ocean Model, 미국 해군에서 생산하며 국내외에서 널리 활용

- (결과1) GloSea5는 표류부이에서 관측된 유속을 유사하게 예측함

※ 태평양과 대서양 적도해역의 남적도해류, 아열대해역(10~30°N)의 북적도해류, 적도반류 등이 뚜렷하게 나타남



<GloSea5 표층해류(동서성분) 분포>

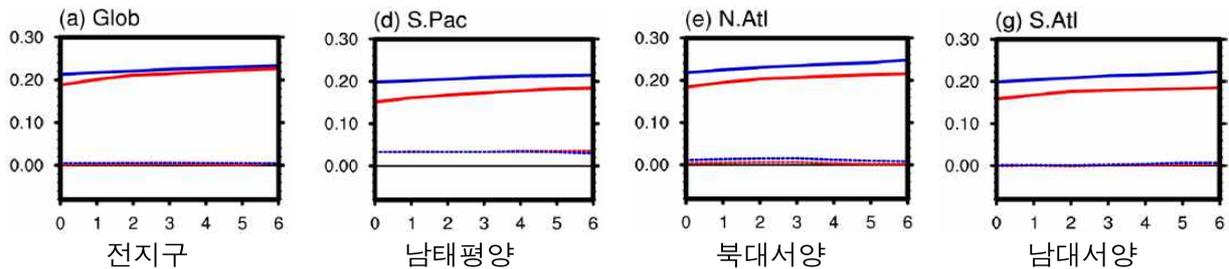


<표류부이 표층해류(동서성분) 분포>

- (결과2) 국외모델(HYCOM, 미국) 대비, 전지구 평균 동서·남북방향 표층 유속 모두 0일(예측시작일)부터 6일까지 GloSea5 예측 성능 좋음

※ HYCOM 대비 GloSea5의 전지구 평균 상관계수 높고, 오차 작음(11%)

※ 대양별로 선박 이용량이 많은 북태평양과 대서양, 인도양에서 특히 좋음



<GloSea5(빨간선), HYCOM(파란선)의 0일~6일까지의 오차 비교>

➔ (시사점1) 한국 기상청 GloSea5 유속 분석결과, HYCOM모델과 대비해 11% 작은 오차로 좋은 예측 성능을 보임

➔ (시사점2) HYCOM은 국내외 가장 널리 활용되고 있지만, 예측기간이 0~6일로 짧은 단점이 있음, 반면 GloSea5는 1개월 이상의 장기예측 모델로 장기 소요 국제운항에 충분히 활용될 수 있음

국산 해양기상 예측자료 신뢰도 & 활용성 확인

2 선박 운항에 필수적인 해양기상정보, 공공데이터 개방

○ 운항에 필수적인 해양 예측자료의 공공데이터 개방

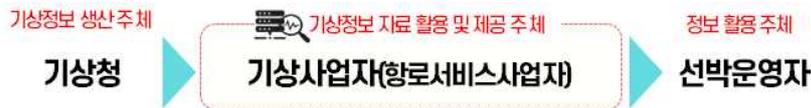
- 최적항로 선정, 신기술 개발 등을 위한 필수 기상요소(해류, 파랑 등)를 외국→국산정보로 전환하기 위한 **K-해양기상정보** 공공데이터 개방
 - ※ 항로를 위해 제공되는 중장기 상세 해양예측자료 부재, 외국 기상정보에 의존
 - ※ 대기요소는 일/주/월별 19개 요소를 제공하나, 해양요소는 일/주별 14개 요소 제공
 - ※ 선박 운항을 위한 해류, 파랑, 해빙 등에 대한 신규 요소 추가 제공 필요
 - ※ 국내외 산업계의 해양영역 확대에 따라 해양기상정보 빅데이터 사용 필요성 증가¹²⁾



3 선박운항자 대상 기상사업자 정보제공으로 산업 성장 유도

○ 기상사업자의 해운 및 조선업계 대상 기상정보 제공

- 업무 성격이 기상사업자로 등록하기 어렵고 기상자료 입수 안정성이 필요한 해운 및 조선회사는 기상사업자를 통한 안정적 정보 제공
 - ※ 상세한 시간 단위의 해류, 파랑, 해빙 등 신규 요소 추가 제공 가능



○ 기상 컨설팅 및 기업 맞춤형 서비스 개발 등 산업 성장 기반 조성

- 선박에 필요한 기상정보 사용을 위해 정보의 해석 등 전문 컨설팅이 요구되는데, 기상사업자가 이를 수행할 수 있으며 기업별 특색있는 맞춤형 기상서비스 제공 유도로 기상산업 가치 창출 지원
 - ※ 아시아-미주 1회 항로기상서비스 비용 1,600달러(미국 StormGeo사 기준)

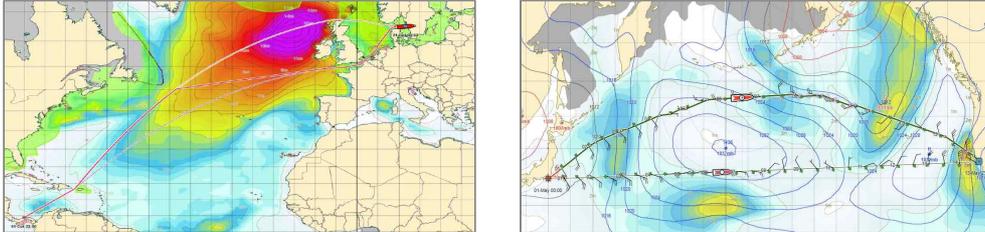
기술 개발 경쟁력 확보, 기상산업 성장 유도

12) 기상기후빅데이터를 활용한 해양기상서비스 콘텐츠 개발

4 안전한 바닷길 최적항로 K-해양기상 활용으로 온실가스 저감까지

○ 탄소중립, 친환경 선박과 병행할 기타수단 필요

- 우리나라 선박이 최적항로 운항 시, 연료 소비 절감에 따라 온실가스 배출량을 70.9~133.5만톤(1,181만톤의 6~11%) 감축 가능



<항로 선정 서비스 예시(StormGeo)>

- 목표 기간이 2050년으로 장기간 추진되는 친환경 선박으로의 전환 정책에 보완하여 단기적으로 이행할 수 있는 병행수단 필요

※ 무탄소 선박 전환 이전까지 활용되는 LNG 선박은 미세먼지 등 감축효과는 85%이상이나 CO₂ 감축효과는 15~30%로 미흡, 2030년까지 목표치 50% 중 3% 달성 가능

○ 탄소 저감 최적항로 선정, K-해양기상정보 활용 전환

- 최적항로 선정 기상데이터 국산화는 외화 낭비 축소와 더불어 기존 외국모델보다 11% 향상된 정확도로 보다 효과적인 온실가스 감축 가능



한국형 최적항로 기상정보 활용으로
선박 탄소저감 향해, 탄소중립시대 대응력 강화

○ (환경적 효과) 친환경 연료 대체에 앞선 온실가스 저감 효과 기대

- 선박 온실가스 저감은 긴시간과 많은 예산이 요구됨, 이를 보완한 병행 수단으로써 **K-해양기상 정보를 융합한 최적항로 운항은 온실가스 배출량 11+a%, 약 134+a만톤 이상 저감 기대**



○ (사회적 효과) K-해양기상, 국가브랜드 가치 향상 기여

- 외국 모델보다 정확도 좋은 K-해양기상정보, 국가 브랜드 가치 향상
- GloSea5 모델성능 향상에 지속적인 노력으로 정보 사용자 만족도 제고

○ (경제적 효과) 국내 생산 기상자료 활용으로 외화 유출 절감 기여

- 외국 자료 구매비용 약 160억원의 외화 낭비를 줄여, 국내 관련 산업으로의 경제적 환류 기대
- 국내 항로서비스는 미국, 일본 등 국외 서비스 대비 경쟁력이 약하나, 향후 한국형 최적항로 융합정보 활성화로 미래시장 경쟁력 확보 가능

○ (산업적 효과) 기상정보의 해양산업에 다양한 활용 및 기상산업 육성

- 최적항로 서비스뿐만 아니라 산업 특성에 맞는 맞춤형 고품질 서비스 생산 유도로 해양기상 산업 가치 창출, 기상사업자 성장 기대
- 선박 운항을 위한 기상자료 활용에 기상 전문인력 활용 확대가 예상됨에 따라 일자리 창출 등 신사업 성장 유도