

동해안 항만 및 어항 개발사업에 따른 해양물리학적 영향평가 개선방안

김인철* · 김귀영**† · 전경암** · 엄기혁** · 유 준** · 이대인** · 김영태** · 김희정**

*, ** 국립수산물과학원 해양이용영향평가센터

Improvement for Impact Assessment of Marine Physical on the Development of Ports and Fishing Harbors in the East Coast

In-Cheol Kim* · Gui-Young Kim**† · Kyeong-Am Jeon** · Ki-Hyuk Eom** · Jun Yu** ·

Dae-In Lee** · Young-Tae Kim** · Hee-Jung Kim**

*, ** Marine Environmental Impact Assessment Center, National Fisheries Research & Development Institute, Busan, 619-705, Korea

요 약 : 동해안 항만 및 어항 개발 사업에 따른 해양환경영향평가 개선방안을 제시하기 위해 2009년부터 2011년까지 3년간 동해안의 항만 및 어항 개발 사업에 따른 일반해양이용협의서 33건을 분석하였다. 분석결과 동해안에서 중점적으로 검토해야 하는 해류, 파랑, 수심측량 자료의 경우 각각 3건, 12건, 16건 만이 조사가 이루어졌다. 하지만 동해안에서 시행되는 항만 및 어항 개발사업의 경우 서해, 남해와는 다른 동해안의 해역특성이 고려된 해양환경영향평가가 이루어져야 한다. 동해안은 조석의 영향이 약하고 해류, 취송류, 파랑의 영향이 우세한 해역으로 동해안의 해수유동을 파악하기 위해서는 해류의 영향을 고려해야하고 항내 정온도 및 방파제 기능성 및 안정성 등 협의대상사업의 타당성을 확보하기 위해서는 파랑을 평가항목으로 고려할 필요가 있다. 또한 동해안에 발생하는 항내매물 및 해안침식의 문제점을 비교적 정확히 예측 및 예방하기 위해서는 해빈류를 표사이동의 기본외력으로 설정해야 하고 인근 하천에서의 토사유입과 해당 해역의 정확한 수심자료를 수치모델링의 검증자료로 활용해야 한다.

핵심용어 : 해양이용협의, 동해안, 해류, 해빈류, 항내매물, 해안침식

Abstract : This paper suggested the improvement of marine environmental impact assessment in eastern coast as analyzing consultation on the coastal area utilization for development of ports and fishing harbors for 3years in the east coast. The results of survey are only 3cases, 12cases and 16cases each for ocean currents, wave and sounding data. However, for development of ports and fishing harbors in eastern coast, ocean characteristics in eastern coast different than in the West Sea, South Sea is considered to marine environmental impact assessment. For development of ports and fishing harbors in east coast where the influences of ocean currents, wind-driven current and waves are dominant, the effect of the current should be considered to improve the reproducibility of tidal current. The wave should also be considered as an assessment criteria to obtain the validity of project such as harbor tranquility, functionality of breakwaters and stability. In addition, sediment inflow in river and exact water depth data of the ocean should be applied to numerical modeling and set wave-induced current to external force of sediment transport to predict the problems such as the harbor siltation and the coastal erosion considering ocean characteristics in the east coast.

Key Words : Consultation on the coastal area utilization, East coast, Ocean currents, Wave-induced current, Harbor siltation, Coastal erosion

1. 서 론

1992년 ‘제 1차 전국무역항 기본계획’을 시작으로 2011년

‘제3차 전국 연안항 개발기본 계획’에 이르기까지 우리나라의 항만 및 어항은 이러한 정부의 정책과 더불어 세계물동량의 증가와 어항 개발에 따른 수산업 발전의 효과로 인하여 지속적인 개발이 이루어져 왔다. 현재 우리나라는 2011년 기준 무역항 31개, 연안항 26개로 총 57개의 항만과 국가어

* First Author : hayannom@nate.com, 051-720-2967

† Corresponding Author : kykim@nfrdi.go.kr, 051-720-2960

항 109개, 지방어항 285개, 어촌정주어항 576개로 총 970개의 어항이 분포해 있다. 이러한 항만 및 어항 개발행위는 선박의 안전한 입출항과 계류를 위한 방파제 건설과 항만 배후부지 및 어항 접안·기능 시설 설치를 위한 공유수면 매립, 항로 및 접안수심 확보를 위한 준설, 태풍 피해에 따른 호안정비 및 방파제 보강공사 등이 있다. 이러한 개발을 위해서는 우리나라의 경우 연안개발의 수요변화에 능동적으로 대처하고 해양환경을 효율적으로 이용·관리하기 위해 「해양환경관리법」에 의거한 해역이용협의 제도가 2008년 1월부터 시행되고 있다. 해역이용협의제도는 공유수면 점·사용과 매립, 어업과 바다골재채취의 면허·허가 또는 지정 등을 하고자 하는 행정기관의 장이 면허 등을 하기 전에 대통령이 정하는 바에 따라 미리 국토해양부장관과 해역이용의 적정성 및 해양환경에 미치는 영향에 관하여 협의하는 제도이다(Lee et al., 2011a). 이러한 제도와 함께 항만 및 어항개발과 관련하여 해양환경영향을 보다 체계적이고 과학적으로 검토하기 위하여 검토항목 및 지역·사업유형별로 많은 연구가 수행되어져 왔다.

항만 및 어항 개발사업과 관련된 연구로는 Joo et al.(2007)은 항만 및 어항개발 시에 친수공간 조성에 따른 법·제도적 측면에서 지원의 필요성을 제시하였고, Kim et al.(2007)은 친환경적 항만계획을 위한 전략환경평가 기법에 관한 연구를 수행하였다. 또한 Lee et al.(2011b)은 동해안에 위치하고 있는 국가어항과 지정항만의 수질특성에 관한 연구를 수행하였다. 이와 같이 지역 및 사업유형별로 해양환경영향평가와 관련하여 많은 연구가 수행되어져 왔고 항만 및 어항 개발사업과 관련하여 친환경적 개발의 필요성에 관한 연구가 많이 수행되어왔다.

그러나 항만 및 어항 개발사업과 관련하여 우리나라의 해역특성에 따른 해양환경영향평가에 관한 연구는 미비한 실정이다. 현재 해역이용협의서 및 평가서 작성규정에는 사업유형에 따른 작성기준이 정립되어있지 않아 항만 및 어항 개발과 같은 사업에 검토항목으로 과량이 누락되는 등 사업별, 지역별 특수성이 반영되어있지 않으므로 이에 대한 개선이 필요한 실정이다. 특히 동해안의 경우 서해, 남해와는 달리 조석의 영향이 매우 약하고, 해류와 파랑의 영향이 크고 항내 매몰 및 연안침식의 문제점이 발생하는 해역임에도 불구하고 해양환경영향을 평가함에 있어서 이러한 특수성이 전혀 고려되지 않고 있다. 따라서 본 연구에서는 동해안의 항만 및 어항 개발사업과 관련하여 검토항목 선정의 중요성과 해양환경평가 개선방안을 제시하고자 한다.

2. 재료 및 방법

항만 및 어항시설 개발의 경우 「해양환경관리법」에 따라

공유수면을 길이 150 m 이상 또는 면적 3000 m² 이상 점·사용하는 경우 해역이용협의를 하게 되어 있다. 따라서 본 연구에서는 동해안 항만 및 어항개발에 국한하여 해양부문의 환경영향평가 전문검토기관인 국립수산과학원의 해역이용영향평가센터에서 검토한 2009년부터 2011년까지의 일반해역이용협의서 33건을 바탕으로 동해안 항만 및 어항 개발 평가 시 나타난 문제점과 현 평가실태, 그리고 평가단계에서 가장 중점적으로 고려해야 할 사항을 제시하여 해양환경평가 및 제도 개선을 지원하고자 한다.

3. 결과 및 고찰

3.1 항만 및 어항 개발 관련 해역이용협의 현황

Table 1과 같이 2009년부터 2011년까지 협의현황 중 동해안 항만 및 어항개발 협의 현황 2009년 15건, 2010년 8건, 2011년 10건으로 지난 3년간 동해안 항만 및 어항개발과 관련하여 총 33건의 일반해역이용협의를 이루어져 왔다.

Table 1. Regional distribution of development of ports and fishing harbors in the East coast (2009~2011)

	2009	2010	2011
Gangwon	Gangneung 1, Sokcho 1, Samcheok 1	Donghae 1, Samcheok 2, Yeongok 1	Gyeongpo 1
Gyeongbuk	Pohang 4, Ulleung 1, Uljin 1	Yeongduk 1, Pohang 2, Uljin 1	Gyeongju 1, Uljin 1, Pohang 1, Ulleung 1
Ulsan	Jangsaengpo 1, Newport 3, Ulju 2	0	Newport 2, Jeongja 1, Gangdong 1, Jujeon 1
Total	15	8	10

개발 유형으로는 Table 2와 같이 항만 배후부지, 물양장 등의 어항기능시설 확보를 위한 공유수면 매립과 방파제, 돌제, 잠제 등과 같은 외곽시설 설치가 가장 많이 나타났고 항로와 항내매몰에 따른 수심확보를 위한 준설, 호안정비, 계류시설 설치 순으로 개발이 되어 왔다. 일반적으로 하나의 사업은 준설과 매립이 동시에 수반되거나 외곽시설 설치와 같이 여러 유형의 개발이 복합적으로 이루어져 왔다.

동해안 항만 및 어항 개발사업에 따른 해양물리학적 영향평가 개선방안

Table 2. Development type of ports and fishing harbors in the East coast(2009~2011)

	2009	2010	2011	Total
Reclamation	8	5	7	20
Counter Facilities	6	1	6	13
Shore Protection	2	1	1	4
Dredging	2	2	3	7
Mooring Facilities	0	1	0	1

3.2 해양물리항목 검토에 관한 문제점 및 개선방안

Table 3은 2009년부터 2011년까지 협의서 33건의 해양물리항목의 조사현황을 나타내고 있다.

Table 3. Physical oceanographic survey status

Year	2009	2010	2011	Total
Number	15	8	10	33
Tide	Literature (46.7%)	7 (0%)	0 (70%)	7 (42.4%)
	Field (53.3%)	8 (12.5%)	1 (40%)	9 (39.3%)
Tidal Currents	Literature (46.7%)	7 (37.5%)	3 (70%)	10 (51.5%)
	Field (46.7%)	7 (50%)	4 (40%)	11 (45.5%)
Temperature, Salinity	Literature (26.7%)	4 (12.5%)	1 (40%)	5 (27.2%)
	Field (86.7%)	13 (50%)	4 (80%)	17 (75.7%)

수온 및 염분의 경우 현장조사 비율이 75.7%로 높게 나타났지만 해양물리 조사항목 중 비교적 항만 및 어항개발과 관련하여 물리학적으로 중요한 항목인 조위, 조류의 경우 조위는 39.3%, 조류는 45.5%로 현장조사비율이 낮게 분석되었다. 현장조사 시기 또한 사업추진시기에 맞추다 보니 대부분 일회성이고, 문헌조사 등을 통한 계절별 특성을 해석하기에도 미흡하였다. 그리고 조사정점 선정 또한 다른 조사항목과의 관계를 고려하는 것이 부족하고 사업지와 매우 이격해 있거나 예산 등의 이유로 제한적으로 수행되고 있다. 하지만 그 중에서 가장 큰 문제점은 우리나라는 삼면이 바다로 각 해역별 특성이 서로 다르지만 해역별 해양환경평가가 제대로 이루어지지 않고 있는 실정이다. 일반적으로 해양물리학적 영향을 평가하기 위해서는 대상 해역의 해수

유동상태를 파악하는 것이 중요하다. 하지만 해수유동모델의 신뢰성을 검증할 때해역별 주요 외력을 고려하지 않고 조위와 조류의 검증만을 실시하는 경우가 대부분이다. 특히 해수유동모델에서 계산된 조위, 조류의 유향, 유속의 시공간적 변화는 부유사 확산 모델, 침·퇴적 모델, 해빈류 모델, 수질 모델 및 생태계모델의 입력 자료로 활용되므로 계산결과와의 정확도에 따라 사업으로 인한 환경영향예측 결과가 달라질 수 있다(MLTM, 2012). 따라서 서해안의 경우 조석의 영향이 크고 조위변화의 영향으로 조간대가 넓게 발달한 지역이 많으므로 유동모형은 조간대 모의를 수행할 수 있는 조석모형을 선택해야하고, 동해안의 경우 파랑에 의한 연안류, 해류 등의 상대적인 영향을 검토해야하며 남해안의 소규모만 또는 정체수역, 조석의 영향이 약한 동해안 등은 해역에서의 두드러지게 우세한 흐름이 없기 때문에 규칙적으로 발생하는 조류, 불규칙적으로 발생하는 풍성류와 해빈류 등의 상대적인 영향을 고려하는 것과 같이 해역별로 특성에 맞는 수치모형을 구축하고 그에 따른 해양환경평가 및 검토방법의 개선이 필요한 실정이다. 본 연구에서는 동해안의 항만 및 어항 개발사업과 관련하여 해류와 파랑의 검토항목 선정의 중요성과 수심측량의 필요성에 대해 제시하고자 한다.

3.2.1 해류

동해안의 경우 해수유동은 조석에 의한 조류는 매우 미약하며, 해류와 취송류가 비교적 강하게 나타나는 곳이다(KCG, 2002). 따라서 동해 연안의 해수유동을 파악하기 위해서는 동해 연안에 작용하는 해류의 영향을 반드시 고려하여야 한다. 동 중국해로부터 흘러와 대한해협을 지나는 쓰시마 난류는 둘 혹은 세 개의 가지로 나뉘는데 가장 서쪽의 해류를 동한 난류라고 하며, 이것은 한국 동쪽 연안을 따라 북쪽으로 흐른다(Morimoto and Yanagi, 2001; Senjyu, 1999).

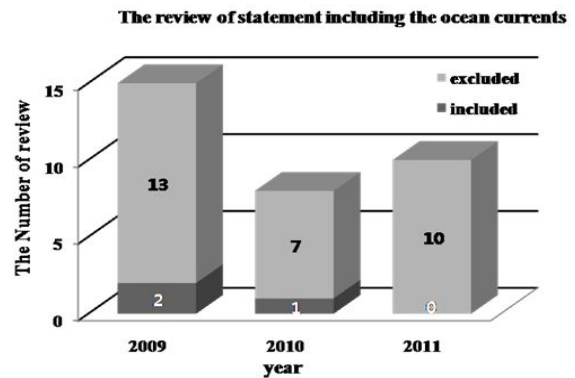


Fig. 1. The Review of statement including the ocean current (2009~2011).

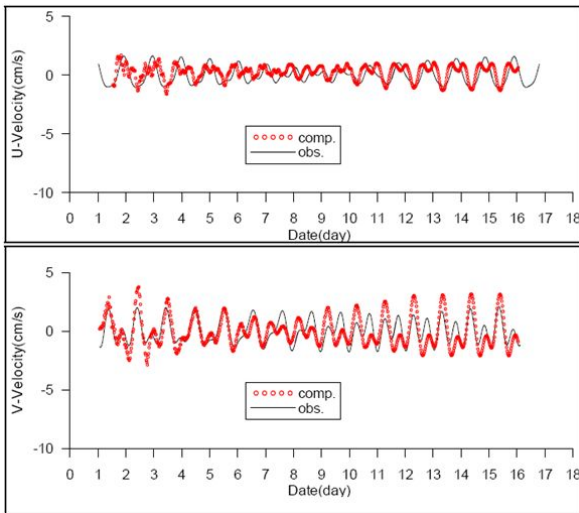


Fig. 2. Velocity time series verification of A port.

Table 4. Velocity verification of B port

Station	Season	Comparison of the maximum velocity		Error rate(%)
		Observed value(cm/s)	Experimental value(cm/s)	
pc-1	Winter	48.5	42.0	13.4
pc-2	Winter	72.7	58.0	20.0

우리나라의 동해 연안에 작용하는 동한 난류는 여름과 가을에 연안 가까이에서 흐름이 강하게 작용하고 겨울과 봄에는 그 반대로 작용하는 계절적 변동이 있다(Tanioka, 1968; Lim, 2005). 이러한 동한 난류의 특성으로 인해 동해안의 해수유동을 파악하기 위해서 동 해안에 작용하는 계절별 해류의 영향을 고려해야 할 필요가 있다. 하지만 Fig. 1과 같이 2009년부터 2011년까지 일반해역이용협의서 동해안 항만 및 어항 개발사업 33건을 분석한 결과 해수유동모델에 해류를 고려한 사업은 단 3건(9.1%)에 불과하였고, 대부분은 조석 성분만을 고려한 해수유동모델을 입력자료로 활용하여 부유사확산 및 침·퇴적모델 등에 적용하거나 계절별 해수유동의 특성을 전혀 고려하지 않은 사업이 대부분이었다. 실제로 강원도 삼척시 A항의 경우 해수유동모델의 유속검증에서 사업지구의 유동 특성은 조위에 의한 영향이 지배적이지 않고 해류, 해빈류 및 바람 등 다른 외력의 영향도 크게 작용함에도 불구하고 조석의 주요 4대 분조만을 입력값으로 계산하여 Fig. 2와 같이 실제관측결과와는 다소 오차가 발생하였으나 관측치와 계산치의 시계열 자료가 거의 일치하는

패턴을 나타내는 것만으로 유속 검증은 양호한 것으로 제시하였고, B항의 경우 관측치와 계산치의 시계열이나 분조별 비교가 아니라 Table 4와 같이 단순히 표를 이용하여 최대유속을 비교하였고 실제 유속이 20%의 오차가 발생하였지만 모델링의 검증이 양호한 것으로 제시하였다.

이처럼 시계열의 단순한 패턴의 유사성과 표를 이용한 유속의 최대값만을 비교한 것으로는 모델링의 검증이 양호한 것으로 판단하기에는 무리가 있고, 이러한 해수유동모델을 입력자료로 활용하면 부유사확산 및 침·퇴적 변화가 과소 평가되어 나타날 수 있으므로 사업시행에 따른 해양환경변화를 정확히 평가하기에는 어려움이 따른다.

따라서 향후 동해안에서 이루어지는 사업의 경우 해양환경변화를 보다 정확히 예측하기 위해 지역적, 계절별 특성이 고려된 해류의 영향을 포함하는 해수유동모델을 적용해야 할 필요가 있다.

3.2.2 파랑

Table 5는 해역이용협의서와 해역이용영향평가서 작성요령에서 해양물리 조사항목을 나타낸다. 하지만 해역이용협의의 경우 파랑항목에 관한 평가기준이 미정립되어 있어 항만 및 어항 개발 시 항내 정온도의 확보 및 방파제 안정성 등의 검토에 문제점이 발생된다. 동해안에서는 파랑이 탁월하여 동해안에 위치한 대부분의 항만은 주의력으로서 파랑의 작용을 받게 된다. 그러므로 동해안에서는 항만 및 어항 개발 시 파랑에 의한 영향을 가장 많이 고려해야 하며 파랑에 기인하여 발생하는 해빈류는 표사이동에 큰 영향을 미치게 된다(Yoon and Kim, 2007).

Table 5. Physical oceanographic survey of consultation on the coastal area utilization and marine environmental impact assessment

Physical oceanographic Survey	Consultation on the coastal area utilization	Marine Environmental Impact Assessment
Depth	○	○
Temperature, Salinity	○	○
Tide, Tadal Currents	○	○
Wave height	X	○
Coastal and Sea- bottom Topography	○	○

동해안 항만 및 어항 개발사업에 따른 해양물리학적 영향평가 개선방안

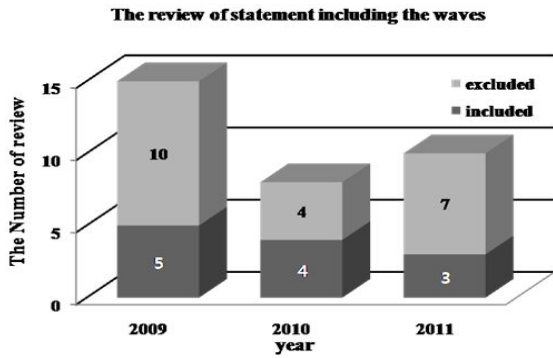


Fig. 3. The Review of statement including the wave (2009~2011).

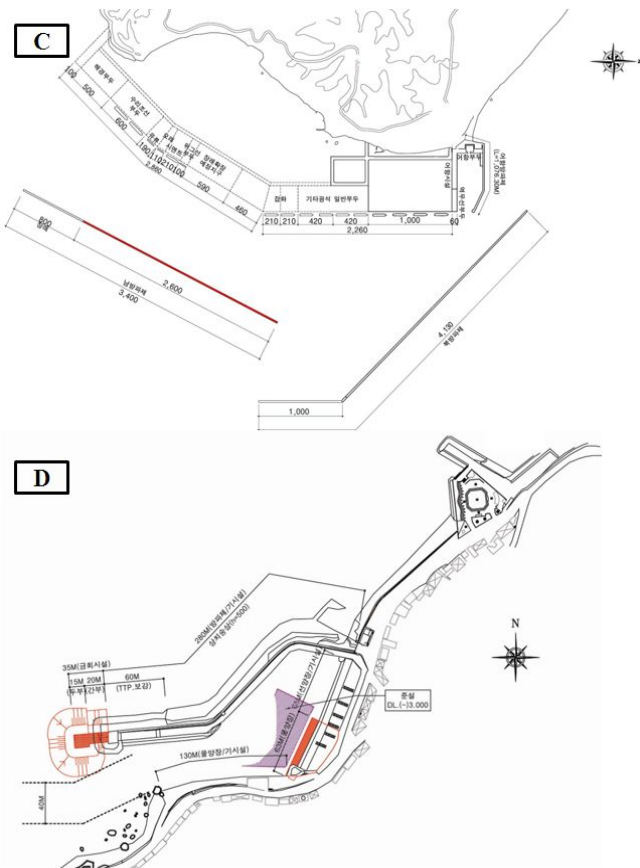


Fig. 4. Floor plane of C and D port.

파랑을 검토항목으로 선정할 경우 항만 및 어항 개발 시 구조물의 안정성을 평가할 때 해당 해역의 설계파랑에 따라 구조물 제원을 검토하는 것이 가능하고 항내 정온도 평가 시에는 사업대상지의 파고분포를 예측하여 입사파랑에 대한 항내 정온도 확보여부를 파악할 수 있다. 또한 최근 기후

변화 및 난개발로 인하여 발생하는 동해안 해안침식 및 항내매물 문제의 경우 파랑에 의한 해빈류를 검토하여 표사이동에 따른 침·퇴적 변화가 예측이 가능하다. 하지만 Fig. 3과 같이 2009년부터 2011년까지 일반해양이용협의서 동해안 항만 및 어항 개발사업 33건을 분석한 결과 사업지의 파랑 분포와 해수유동모델에 파랑에 의한 해빈류를 고려한 사업은 12건(36.4%)에 불과하였다. 대부분의 사업은 조석의 4대분조 성분만을 고려하여 사업지의 해수유동을 예측하였고 이를 기초로 부유사에 의한 침·퇴적 변화를 검토하였다. 또한 항내 정온도 변화 및 구조물의 안정성에 관한 평가가 누락된 사업이 대부분이었다.

예를 들어 Fig. 4의 사업과 같이 경상북도 포항시 C항의 경우 남방과제를 신설하고 북방과제를 연장하여 항의 원활한 운영에 필요한 정온구역 확보가 목적임에도 불구하고 사업시행에 따른 항내파고의 변화에 대한 평가가 누락되어 있고, 울릉군 D항의 경우 N계열의 파랑을 차폐하여 월파방지 및 항내 정온도 확보하는 것이 목적이나 파랑에 의한 월파유무 및 정온도 검토가 누락되어 있어 사업시행의 타당성을 평가하기에 어려움이 따른다. 따라서 향후 동해안 항만 및 어항 개발사업의 경우 항내 정온도의 확보 및 방과제 안정성, 해빈류에 의한 해안침식 및 항내매물 등의 문제에 있어서 보다 체계적이고 합리적인 평가를 위하여 사업특성 및 사업지의 해양 환경 등에 따라 평가항목에 파랑을 선정할 필요가 있고 평상파랑뿐만 아니라 실제로 큰 피해가 발생하는 너울성 고파랑 및 이상파랑의 영향을 함께 고려해야 할 필요가 있다.

3.2.3 해안지형 및 해저지형(침·퇴적)

근래의 해안 개발은 충분한 검토없이 이루어지는 경우가 많아 단기적인 퇴적작용에 영향을 주게되고 결과적으로 개발지 인근 연안에 침·퇴적 작용이 빠르게 변화하는 결과를 초래할 수 있다(Oh et al., 2007). 특히 동해안 대부분의 중소항만 및 어항들은 항만매물 문제가 심각하여, 항내 수심을 유지하기 위해 거의 매년 준설을 실시할 뿐 아니라, 항내매물로 인해 수심이 낮아져 배가 전복되어 인명 피해가 발생하는 등 극심한 피해를 입고 있어 항내 및 항로매물이 문제로 대두되고 있는 실정이다(Kim, 1999).

Fig. 5와 같이 소돌항 인근 해안의 경우 파랑에 의한 해안침식 문제가 발생하여 호안의 붕괴로 인해 해안과 인접하여 위치한 해안도로 및 정온시설의 월파에 의한 피해가 발생되고 있는 실정이고 강구항의 경우 하천을 통한 토사유입으로 인해 퇴적이 심화되어 소파블럭과 항내가 매몰되는 등 그 피해가 심각한 실정이다. 이와 같은 항내매물현상의 근본적 기구를 명확히 파악하고, 수치모형을 통하여 현상을 정도높

계 재현 혹은 예측하기 위해서는 파랑에 의한 해빈류의 유동상황을 정확히 재현하는 것도 중요하지만 해당 해역의 정확한 수심자료를 확보하는 것이 선행되어야한다.



Fig. 5. The Coastal erosion and harbor siltation(at Sodal harbor and Gang-Gu harbor).

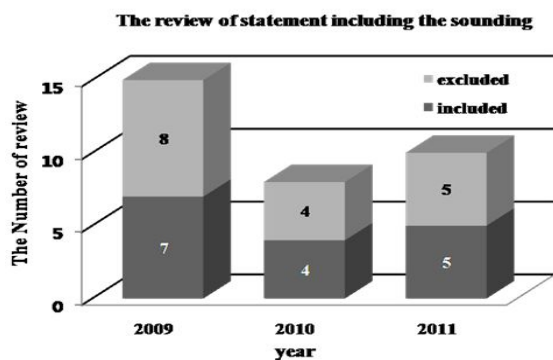


Fig. 6. The review of statement including the sounding (2009-2011).

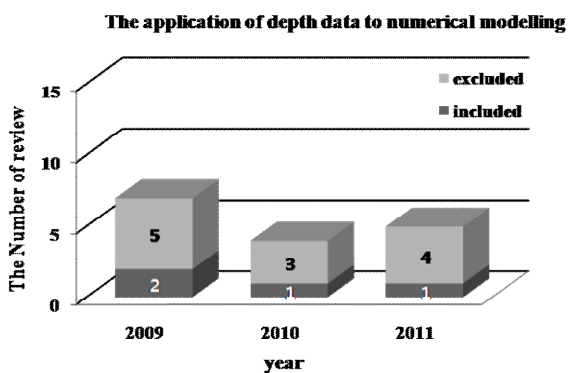


Fig. 7. The application case of depth data to numerical modelling (2009-2011).

Fig. 6과 같이 2009년부터 2011년까지 일반해역이용협의서 동해안 항만 및 어항 개발사업 33건을 분석한 결과 실제 수

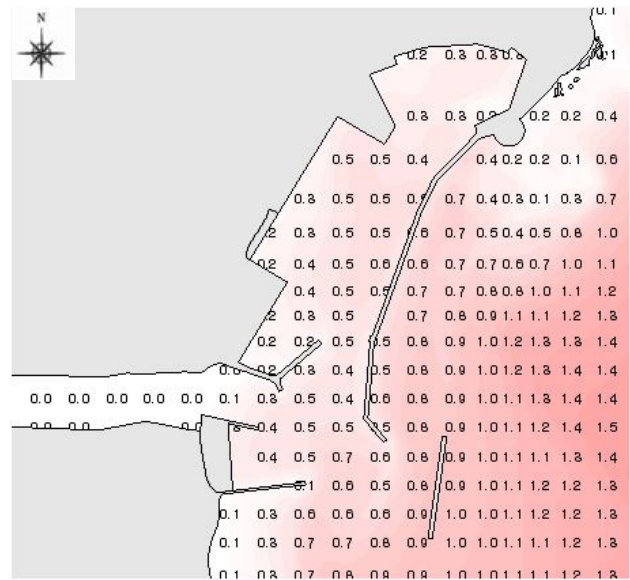


Fig. 8. Sedimentation modelling result and floor plan of E port.

심측량을 실시한 사업은 16건(48.5%)으로 나타났다. 하지만, 침·퇴적 수치모델링의 경우 과거와 현재의 수심측량자료를 활용하여 실제 지형변동량을 산출하고, 이 값을 이용하여 수치모델링에서의 검증이 반드시 이루어져야하고 하천을 통한 토사유입과 양빈 및 준설 시에 발생하는 수심변화를 고려하여 수치모델링을 수행함에도 불구하고 수치모델링에 수심측량 자료를 적용한 사례는 Fig. 7에서 나타난 바와 같이 16건 중 4건에 불과하였고 항공사진을 통한 해안선 변화를 분석할 경우 단순한 해빈폭의 변화를 파악하여 침·퇴적량의 증감을 예측하기는 어려움이 따름에도 불구하고 해안지형의 경우에는 단순히 해안선의 전진과 후퇴만을 예측하여 제시하였다. 가장 큰 문제점은 침·퇴적 변화 모델링의

동해안 항만 및 어항 개발사업에 따른 해양물리학적 영향평가 개선방안

경우 동해안은 서해, 남해와는 달리 소류사 이동에 따른 침·퇴적 변화를 파악해야 함에도 불구하고 부유사에 의한 침·퇴적 변화만을 수행하여 사업시행에 따른 침·퇴적 변화가 미비하다고 제시하는 사업이 대부분이었다. 실제로 E항 이안제 설치사업의 경우 항내 정온도 확보를 위하여 이안제를 설치하는 사업이나 이안제 설치에 따른 해수유동 및 해빈류 변화와 서측 하천을 통한 토사유입에 따른 항내 매물 등 여러 문제점으로 인해 퇴적방지 구조물을 설치하는 실정임에도 불구하고 사업시행에 따른 해당 해역의 침·퇴적 변화를 평가함에 있어 홍수 시 하천수 유입과 파랑에 의한 소류사 이동 등의 영향을 배제하고 부유사에 의한 침·퇴적 변화만을 고려하여 Fig. 8과 같이 연간 퇴적율이 평균 0.5 mm로 나타나는 것으로 판단하여 사업시행에 따른 침·퇴적 변화의 영향은 없는 것으로 제시하였다.

이처럼 사업시행에 따른 침·퇴적 변화를 보다 정확히 예측하기 위해서는 인근 하천에서의 토사유입의 유무와 해빈류 변화, 이상파랑의 영향과 같이 침·퇴적 변화의 원인을 명확히 규명하는 것도 중요하지만 과거 수심자료와 현재의 수심자료를 비교를 통하여 사업지의 침·퇴적 변화를 파악하고 이를 침·퇴적 모델링의 검증자료로 활용하는 것이 매우 중요하다. 그리고 항로준설과 양빈과 같은 수심의 변화가 수반되는 사업을 시행할 경우 변화된 수심자료를 적용시켜 모델링을 재수행하는 것이 바람직하다.

향후 동해안 항만 및 어항 개발사업의 경우 해수유동변화에 따른 해안지형변화 및 항내매물과 같은 문제를 정확히 재현 및 예측하기 위하여 정확한 수심측량자료를 수치모형에 적용하는 방안이 마련되어야 할 것으로 판단된다.

4. 결론

본 연구는 2009년부터 2011년까지 지난 3년간 동해안의 항만 및 어항 개발 사업에 따른 해역이용협의서 33건을 분석하여 검토항목 선정의 중요성을 제시하고 그에 따른 해양환경영향평가 개선방안을 제시하였다.

일반적으로 해수유동수치실험은 해당 지역의 해양물리학적 평가를 위해서는 반드시 필요한 요소이다. 항만 및 어항 개발 사업의 경우 항만 부지 및 어항 기능시설 조성에 따른 매립, 방파제 등 외곽시설 설치 시에 해수유동변화가 발생하고 그에 따라 부유사 확산 및 침·퇴적 변화도 함께 발생하므로 사업시행에 따른 해당 해역의 해수유동변화를 정도 높게 재현하는 것이 해양환경영향을 평가할 때 매우 중요한 부분이라 할 수 있다. 동해안은 조석의 영향이 약하고 상대적으로 해류, 취송류, 파랑의 영향이 우세하므로 해수유동의 재현성을 높이기 위해서는 상기 외력의 영향이 고려되

어야한다. 또한 동해안에 항만 및 어항 개발사업과 관련하여 문제시되고 있는 항내매물 및 해안침식의 경우 파랑에 의한 해빈류의 흐름특성을 파악하고 해당 해역의 정확한 수심측량자료가 확보되어야한다. 하지만 33건의 해역이용협의서를 분석한 결과 실제 수심측량을 실시하고 해류와 파랑을 고려한 사업은 각각 16건, 3건, 12건에 불과하였고 이 중에서 실제로 관측 자료를 수치모델링의 적용한 사례는 매우 미비하였다. 따라서 본 연구에서는 동해안 항만 및 어항 개발사업과 관련하여 동해안에서 작용하는 중요 외력인 해류와 파랑의 검토 항목선정 및 동해안에서 현재 문제시되고 있는 항내 매물 및 해안침식과 관련하여 지형·지질 변화 예측 시에 수심측량의 중요성을 제시하였다. 동해안의 경우 표사 이동은 파랑에 의한 흐름 즉, 해빈류의 영향이 매우 크게 작용하므로 해빈류를 표사 이동의 기본외력으로 설정해야 하고 해수유동모델을 해수교환율, 부유사 확산 모델 등에 적용할 때 조석의 주요 4대 분조만을 입력값으로 적용하기보다는 지역적, 계절별 특성이 고려된 해류의 영향을 포함하는 해수유동모델을 수행해야 한다. 또한 방파제와 같은 외곽시설 설치 시에 항내 정온도 및 방파제 기능성 및 안정성 등을 검토하기 위해서는 설계파랑과 대상해역의 파랑특성을 분석하여 사업시행에 따른 항내파고의 변화를 검토해야 하고 동해안에 발생하는 항내매물 및 해안침식의 문제점을 비교적 정확히 예측 및 예방하기 위해서는 인근 하천에서의 토사유입 유무와 해당 해역의 정확한 수심자료를 수치모델링의 검증자료로 활용하여 사업시행에 따른 지형변화를 보다 정성적, 정량적으로 재현하는 것이 매우 필요하며 추후 해역별, 사업별 특성이 다양하게 반영된 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

사 사

본 연구는 국립수산물과학원(RP-2013-ME-016)의 지원에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- [1] Joo, Y. H., J. H. Maeng and K. W. Cho(2007), Studies on the Composition of Water-Friendly Space in Port and Harbour Development, Journal of the Korean Society Environmental Impact Assessment, Vol. 16, No. 2, p. 2, pp. 177-186.
- [2] Kim, I. S., J. H. Park, S. W. Han, E. Y. Lee, H. S. Kim and E. J. Lee(2007), A Study on Application of Strategic Environmental Assessment Method to Environment-friendly

- the Harbour Plan, Journal of the Korean Society Environmental Impact Assessment, Vol. 16, No. 2, pp. 107-120.
- [3] Kim, K. H.(1999), A study on the Harbour Siltation in the Eastern Coast of Korea, Korea Science and Engineering Foundation, p. 5.
- [4] KCG(2002), Korea Coast Guard, Execution Plan for Prevention of Disasters in Eastern Coast of Korea, pp. 2-7.
- [5] Lee, D. I., G. Y. Kim, K. A. Jeon, K. H. Eom, J. Yu, J. H. Moon and M. J. Kam(2011a), An Application Status and Consideration of System Improvement on the Sra Area Utilization Conference and Impact Assessment, Journal of the Korean Society for Marine Environmental Engineering, Vol. 14, No. 4, pp. 239-248.
- [6] Lee, D. I., G. Y. Kim, K. H. Eom and J. H. Moon(2011b), The Policy Review and Water Quality Characteristics of National Fishing Harbors and Designated Ports in East Coast of Korea, Journal of the Korean Society for Marine Environmental Engineering, Vol. 14, No. 4, pp. 213-223.
- [7] Lim, J. J.(2005), "Seasonal Variation of the East Korean Warm Current Modeled by POM", Master's Thesis, In-Ha Univ., Incheon, p. 5.
- [8] MLTM(2012), Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, Guidelines for practitioners on the system of sea area Utilization Consultations, p. 115.
- [9] Morimoto, A. and T. Yanagi(2001), Variability of sea surface circulation in the Japan Sea, Journal of Oceanography, Vol. 57, pp. 1-13.
- [10] Oh, J. K., S. M. Jeong and Y. G. Cho(2007), Variations of Grain Textural Parameters of Beaches by Coast Development at East Coast - Korea peninsula, Journal of the Korean Earth Science Society, Vol. 28, No. 7, pp. 914-924.
- [11] Senju, T.(1999), The Japan Sea Intermediate Water ; its characteristics and circulation, Journal of Oceanography, Vol. 55, pp. 112-122.
- [12] Tanioka, K.(1968), On the East Korean Warm Current (Tosen Warm Current), Oceanographical Magazine, Vol. 20, pp. 31-38.
- [13] Yoon, S. J and K. H. Kim(2007), Analysis of Construction Procedure of Breakwater in consideration of Harbor Siltation, Vol. 19, No. 1, pp. 73-80.

원고접수일 : 2013년 02월 05일

원고수정일 : 2013년 04월 04일

게재확정일 : 2013년 04월 25일