

목포 인근해역의 부유사이드 특성

The characteristics of floating sand in Mokpo's offshore

안 순 섭 (농업기반공사)

An, Soon-Sub

I. 서 론

해안의 자연지형은 흐름의 변화에 대해서 자신의 특성을 조절하는 능력을 가지고 있다. 흐름의 변화는 자연적 변화와 인위적 변화로 구분할 수 있다. 자연적 변화는 해일, 조류, 쇄류 등에 의한 변화가 있다. 또한, 댐 방류량 조절 및 온배수 제트 등은 해안의 흐름변화를 야기하며, 항만 등 수공구조물의 건설에 의해 흐름이 인위적으로 변화된다. 흐름이 변화하게 되면 이전의 동적 평형상태에 있던 해안은 수리학적 특성, 유사특성의 변화를 초래하여 자연지형의 평형상태는 깨지게 되며 해안지형이 새로운 평형상태에 도달할 때까지 침식 또는 퇴적이 발생하게 된다. 운송능력 이상의 유사 유입되거나 유사운송능력이 저하되는 경우에는 퇴적현상이 발생하고, 오염물질들이 항내 또는 인근해역으로 확산되는 경우가 발생하고 있다. 이러한 유사이드 변화를 규명하기 위해서는 흐름 및 유사이드 현상에 대한 정확한 이해가 필요하다.

최근 목포를 구심점으로 하는 전남권의 광역개발사업이 활발히 전개되고 있다. 목포 인근해역은 수많은 섬들로 둘러싸여 있어서 외해수와의 해수교환은 북구, 중구 및 목포구 등의 섬사이의 좁은 통로만으로 한정되어 있는데, 그중 수심이 깊은 목포구가 감조해역과의 해수교환의 주된 통로가 되고 있어서 상당히 빠른 조류속을 보이고 있다. 그러나 간척사업으로 인하여 감조해역이 감소하게 되면 그에 따라 목포구 통과 조류속도 매우 작아질 것으로 쉽게 추측할 수 있다. 이와 관련하여 본 연구에서는 목포인근해역에 하구언과 방조제 건설로 인하여 조석환경변화와 더불어 유사이드 양상을 MIKE 21의 MT 모듈을 이용하여 정성적으로 분석하고자 한다.

II. 유사이드의 일반적 특성

Turbidity maximum이란 하구입구 부근의 탁도가 가장 높은 해역을 지칭하는 것으로서, 조석주기 또는 대소조 주기에 따라 그 위치와 강도가 변하며 하천유량의 영향도 크게 받는 등 하구에서의 순환과 유사이드 특성과 밀접한 관계가 있다. Turbidity maximum은 정조 시기에는 침전에 의해 점차 약화되는 특성이 있으므로 조석이 강한 하구에서는 주로 조석에 의해, 조석이 약한 하구에서는 주로 하천유량에 의해 유지된다(Allen et al., 1980; Brenon and Hir, 1999). 하천유량에 비해 조석이 크게 작용하는 하구의 경우, turbidity maximum의 상류측 끝부분에서의 최대농도는 창조직후의 정조시에 발생하게 되고 하류단에서는 낙조직후의 정조시에 발생하게 되는 등 조석주기와 밀접한 관계가 있는 turbidity maximum의 상하류 이동 및 크기의

변화에 따라 부유사의 이동이 발생하게 된다.

조석왜곡이 발생하여 창조우세를 보이는 하구에서는, 창조시에 낙조시보다 저면 마찰력이 증대됨에 따라 소류사의 이동 뿐 아니라 더 많은 유사가 부유되어 turbidity maximum을 발달시켜 탁도가 높아지게 된 상태에서, 창조 직후의 정조시에 더 많은 침전이 야기되므로 역시 상류방향의 부유사 이동 양상을 유발하게 된다. 물론 낙조우세의 경우에는 반대되는 현상이 발생하게 된다. 특히, 조간대가 발달된 하구는 일반적으로 낙조우세화 되는 경향이 있다고 알려져 있으며(Speer and Aubrey, 1985), 이러한 하구는 고조시에는 조간대상의 얇은 수심 때문에 평균수심이 저조시의 평균수심보다 낮게 되므로 같은 정조라도 저조보다 고조일 때 유사의 침강량이 많아진다. 따라서 조간대가 발달된 낙조우세인 하구에서는 고조동안 평균수심이 더 얇기 때문에 침강되는 유사의 상당량이 조간대상에 침전되므로 부유되는 유사가 많지 않아 부유사의 농도가 낮게 된다.

(Eisma et al., 1998). 따라서 이러한 하구에서의 부유사는 저조후에 상류쪽으로 이동되는 양보다 고조후에 낙조시 하류방향 이동량이 적어지므로 소류사는 하류방향, 부유사는 상류방향으로 이동하는 경향을 갖게 된다.

III. 수치해석

3.1 MIKE 21

본 연구에서 이용한 MIKE21 모형은 덴마크의 DHI사가 개발한 프로그램으로서 전문가가는 물론 비숙련자도 쉽게 사용할 수 있도록 메뉴의 운용이 쉽고 입출력 뿐만 아니라 실행환경 설정 및 실행 자체를 대화식으로 할 수 있게 되어 있다. 또한 대상영역 설정 및 모의결과의 분석을 단순화하여 효율적으로 운용할 수 있으며 각종 자료에 대한 시각화가 용이하다. 그리고 확장 가능한 단위 소프트웨어로 구성되어 있어 필요에 따라 원하는 모듈을 통해 여러 가지 분석을 할 수 있다. MIKE21은 수리학적 문제와 관련된 광범위한 분야에 적용할 수 있어, 환경수리학, 해안수리학, 해안 및 하구에서의 유사이동 및 파동분야 등이 주요 적용분야로서 총 13가지 계산모듈로 구성되어 있다. 본 연구에서는 이 중 HD(hydrodynamic) 모듈을 이용하여 흐름 계산한 후 MT(mud transport) 모듈로써 부유사 이동에 관한 계산을 실시하였다.

HD 모듈은 하구, 만 및 연안해역에서의 흐름 모의에 대한 일반적인 수치모델링 시스템으로서, 연직방향으로는 균질하다는 가정하에 2차원 비정상류를 모의하기 위한 것이다. 이는 2차원 천수방정식을 2차항 정밀도를 가진 ADI 유한차분법을 이용하여 계산함으로써 해수유동 현상을 재현하게 되며 조간대 모의도 가능한 모듈이다. 물론 소류사 이동보다 훨씬 복잡한 거동을 보이는 부유사 이동의 정확한 해석을 위해서는 Brenon and Hir(1999)와 Lee et al.(2001)이 지적한 바와 같이 연직방향의 부유사 거

동 해석이 가능한 3차원 모형이 필요할 것이다. 그러나 천해조가 발달된 하구에서 천해조가 부유사 거동에 미치는 영향성에 초점을 맞춘 본 연구의 특성상 2차원 해석으로도 제한적이거나 소기의 목적을 이루는데는 큰 문제가 없을 것이다.

부유사의 이동은 MT모듈 중 multi-fraction 또는 multi-layer 모듈로써 모의할 수 있는데, multi-fraction 모듈은 일정한 침강속도의 퇴적과 이송에 의해 일어나는 하상의 침식이 모델링되고 multi-layer 모듈은 응집을 포함한 변화하는 침강속도와 불균일한 하상의 침식, 압밀 등이 포함되어 있다.

3.2 입력자료

본 연구의 해석대상 영역인 목포 인근해역의 수심도를 그림 1에 도시하였는데, 동서로는 영산강 일부와 나주군도까지 80km, 남북으로는 진도로부터 함평만까지 90km의 영역 내부에 자은도, 비금도 및 장산도 등을 비롯한 수많은 크고 작은 섬들이 산재해 있으며, 사퇴 및 해저협곡의 발달이 두드러진 수심이 매우 복잡한 수역이다. 영산강하구언과 영암방조제, 금호방조제 및 4단계 방조제를 굵은 실선으로 표시하였다.

전체영역을 양방향 모두 공간격자간격 500m로 분할하여 160×180의 격자망을 작성하였고, 음해법이기 때문에 시간격자간격의 제약은 없으나 시간격자간격이 커질수록 내부적인 반복계산횟수가 많아지므로 경제성을 고려하여 60초를 선택하였다.

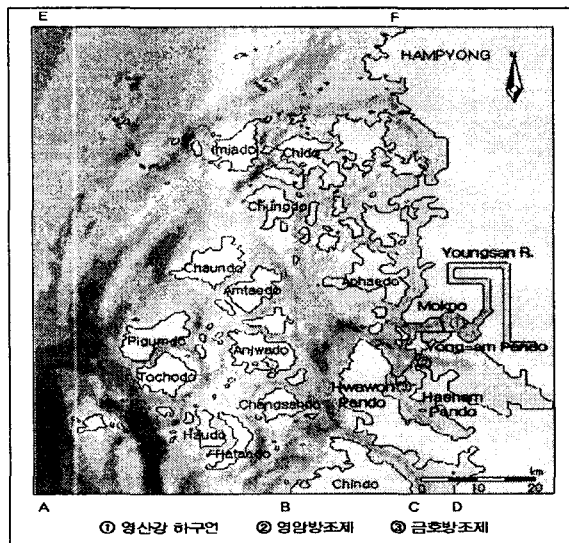


Fig. 1 목포인근해역 수심도

육지와와의 폐경계조건은 조건대 모의에 의해 형성된 경계에 수직한 방향의 유속이

0이라는 조건을 사용하였으며, 외해의 개경계조건은 분조의 합을 그림 1에 경계점 A~B, C~D, E~F에 시행착오를 통해 얻은 값을 부여하였고 사이값은 선형보간하였다. 부유사 이동과 관련된 수치실험을 위해서는 언급한 바와 같이 수심자료, 개경계조건과 함께 다양한 입력자료를 필요로 하는데, 연구 대상해역에 대한 기존 관측 및 선행연구된 경우가 매우 희소하고, 부유사의 초기조건과 경계조건이 상이하여 평균값을 사용하였고, 다른 변수값은 시행착오를 통해 얻었다.

3.3 부유사이동 수치실험 결과

기존 해수유동과 관련하여 여러 검증된 변수를 활용하여 건설시기별로 구분하여 부유사 수치실험을 실시하였다. 각 시기별로 고려된 수심도는 제외한 다른 변수는 모두 동일하게 사용하였으며, 정성적 판단을 위해 목포내부수역에 해수의 주요 유출입을 담당하는 목포구부근 외곽에 가상의 부유사가 다량으로 발생하였을 경우를 가정하여 영산강 하구언 건설후, 영암·금호방조제 건설후 시기로 구분하여 그림 2~그림 5와 같이 그 양상을 비교하였는데, 그림에서 보이는 바와 같이 하구언 건설후에는 목포구부근 외곽에서 발생한 부유사가 목포구를 통과하여 내부까지 많은 영향을 미쳤으나, 영암 및 금호 방조제 건설후에는 전반적으로 부유사 이동량은 감소하였다.

IV. 결 론

목포해역의 환경변화 및 특성을 기존 연구를 토대로 유사이동과 관련된 기존연구 및 유사이동의 일반적 경향을 고찰하고 본 연구에서는 MIKE 21 MT모듈을 이용하여 영산강 하구언, 영암·금호 방조제 건설로 인한 목포 인근해역 부유사 이동양상을 정성적으로 파악하였다. 목포해역 해수의 유출입을 담당하는 목포구는 영산강 하구언과 영암·금호방조제 건설로 인하여 유속이 감소하였다고 알려진 사실을 영산강 하구언 건설후 보다 영암·금호 방조제 건설로 인한 목포구 내부 수역에 대한 부유사 이동이 급격히 감소함을 통해 그 양상을 확인 할 수 있었다. 앞에서 언급한 바와 같이 목포해역에서의 유사이동과 관련된 관측 및 연구는 매우 미비한 상황이다. 목포해역은 다른 해역과는 대별되는 특성을 가지고 있는 곳이고, 목포를 중심으로 인근해역에 많은 해안·해양구조물이 건설될 것이 예상되므로 환경변화에 따른 조석특성 분석과 더불어 부유사 및 소류사 이동에 대한 연구수행이 시급한 것으로 사료된다.