다대포 해안의 지형변화

김 성 환

서울대학교 사회과학대학 지리학과 대학원

1. 연구목적

낙동강 삼각주에서는 삼각주의 형성에 밀접한 관련을 갖는 하천의 유로와 분류(distributary)가 변화함에 따라 지형변화가 계속해서 진행되어 왔다. 1987년 낙동강 하구언의 건설은 하천의 퇴적물 공급을 제한하고 담수와 염수의 교환을 억제하기 때문에 이제까지 진행되어온 지형형성 양상에 변화가 나타날 수 있는 계기가 되었다. 서울대학교 기초과학연구원(1998)의 연구는 하구언의 건설 이후 낙동강 삼각주는 낙동강에 의한 퇴적물의 공급이 줄어들어 성장이 둔화되고, 파랑에 의한 해양 영력이 주도적인 역할을 하게 된다고 예상하였다.

그러나 1987년과 1996년 항공사진을 비교한 결과 기존 연구의 예측과는 달리 여전히 낙동강 삼각주 말단[1]의 일부분인 다대포 해안은 성장하고 있는 것으로 나타났다. 현재 새로운 지형이 형성되어 성장하고 있는 다대포 해안의 지형형성 양상과 지형형성에 작용하는 프로세스를 분석하면 하구언의 건설로 인해 삼각주 지형이 어떠한 변화를 겪고 있는 지를 밝힐 수 있을 것이다.

이 연구에서는 하구언 건설 이후 낙동강 삼각주 말단의 지형변화를 다대포 해안을 중심으로 분석한다. 이를 위해 지형도와 항공사진 분석을 실시하며 지형형성에 작용하는 프로세스를 밝히기 위해 표층퇴적물과 주상시료를 분석한다. 이상의 결과를 통하여 하구언 건설 이후 성장이 지속되던 낙동강 삼각주 말단의 지형에 어떠한 변화가 생겼는지를 밝히고자 한다.

2. 연구방법

1) 지형변화의 추적

1916년 이후 발간된 지형도들을 이용하여 조사지역의 지형과 해안선의 변화를 분석하였다. 지형변화의 분석에는 국립지리원에서 촬영한 항공사진 분석을 통한 수면하 지형요소의 분석을 병행하였다. 항공사진은 지형도에 비해 대축척의 자료이며, 지형도에는 나타나 있지 않은 수면하 지형요소의 변화와 파랑의 이동을 파악할 수 있다.

연구지역의 규모로 인해 지형도나 항공사진에서 파악하기 어려운 지형요소의 측정을 위해 광파측거기(Sokkia Total Station SET5FS)를 이용한 현지측량을 실시하였다. 광

1) 낙동강 삼각주를 구성하고 있는 최하부의 지역을 여러 가지로 지칭할 수 있지만, 여기서는 삼각주 지형에서 가장 최근까지 새로운 지형이 형성되고 있는 마지막 부분이라는 의미를 나타내고 기존의 연구에서 사용되고 있는 말단(末端)으로 지칭하기로 한다.

파측거기를 통하여 각 조사단면 별 수평거리와 수직고도를 측량하였다. 현지측량을 통해 획득한 자료를 바탕으로 연구지역 지형요소의 분포를 확인하고 각 조사단면의 수직고도 변화를 분석하였다.

2) 퇴적양상 분석

표층퇴적물의 입도분석(particle size analysis)은 체 진탕기(sieve shaker)를 이용하여 시료를 표준망체에 통과시켜 중량을 정밀 저울(OHAUS TP2KS, 측정범위 2000~0.01g)로 측정하였다. 시료는 -1에서 4Ø까지의 범위에서 1Ø간격으로 입경을 구분하여 입도분석을 실시하였다. 각 입경별 시료의 구성비를 계산하고 입도분석에 따르는 각종 통계치(평균입도, 분급, 첨도, 왜도)를 모멘트 계산법(Moment Method)을 이용하여 산출하였다. 입도분석의 통계치를 통하여 표층 퇴적물의 물리적 특성과 각 지형요소간에 작용하고 있는 퇴적물의 운반 프로세스와 지형형성 인자를 추정하였다.

퇴적구조와 퇴적양상의 변화를 파악하기 위하여 조사단면 중 수면 위로 나타난 사주와 수면 하의 사주가 교차하는 조사단면 E의 수중 Bar, Bar 전면부와 Bar에서 직경 75mm 길이 30cm의 주상시료를 획득하였다. 획득한 주상시료로부터 30×5×1cm 크기의 아크릴판 퇴적물 슬랩을 제작하여 X-선 사진 촬영(Model Hitec ISV-100A)을 실시하였다.

3. 연구결과

1) 지형변화 분석

1916년 이후 발간된 지형도들을 이용하여 연구지역의 지형과 해안선의 변화를 분석한 결과 다대포 해안의 해안선은 1980년대까지 외해 쪽으로 조금씩 전진해 나아가는 것을 발견하였다. 1980년대까지 외해 쪽으로 조금씩 전진해 나아가는 다대포 지역의 해안선은 1997년의 지형도에서는 1987년의 해안선과 거의 변화를 보이지 않는다.

낙동강 하구언이 건설된 후 촬영한 1996년의 항공사진에서는 지형도 상에는 반영되지 않은 새로운 지형의 등장으로 해안선이 크게 변화한 것을 확인하였다. 연구지역으로부터 하구언에서 남해로 유입하는 하천 유로를 건너 백합등의 남쪽 부분에서도 연구지역에 형성된 지형과 평행한 방향으로 형성시기를 같이하는 새로운 지형인 도요등을 발견할 수 있다.

연구지역 내에 형성된 지형은 형태상으로는 전형적인 사취(spit)의 형태를 나타내고 있다. 연구지역 내에 형성된 지형과 백합등의 남쪽에 형성된 도요등은 상부에 형성되어 있는 기존의 사주 지형과 형태와 방향을 같이 하고 있으므로 동일한 지형형성 프로세스와 퇴적과정을 통한 결과로 사료된다.

2) 조사단면 측량결과 분석

조사단면 측량결과를 분석하면 단면 A-C 사이에서는 수면하에 형성된 수중 Bar 지형의 단면 변화를 확인할 수 있다. 수중 Bar의 고도는 1m 정도로 나타나 저조와 고조

의 반복에 따라 수면위로의 노출을 반복하게 된다. 단면 E-H 사이에서는 평균수위 정도의 고도를 나타내는 수중 Bar와 고조시에도 수면 위로 항상 노출되는 수면상 Bar 지형의 고도변화를 확인할 수 있다. 수중 Bar와 수면상 Bar의 사이와 수면상 Bar의 후면에는 상대적으로 낮은 고도를 나타내는 부분이 있는데 이 부분이 조수의 이동이 이루어지는 조수통로이다. 조수통로를 통한 조수의 유출입은 수면상 Bar와 수중 Bar를 해안선과 평행한 방향으로 나눈다.

광파측거기를 이용한 현지측량 자료를 바탕으로 하여 3차원으로 형상화한 그림에서는 Bar 지형의 형성이 해안선과 평행한 방향이고 해안선과 직각 방향으로 설정한 조사단면의 수직고도와 수평거리 측량결과 비슷한 고도를 유지하며 외해 쪽으로 낮아지는 것이 명확하게 나타난다. 다대포 해안에는 해안선과 평행한 방향으로 Bar-조수통로-Bar가 형성되어 연속되는 사주열(ridge)을 이루며 지형형성이 이루어지고 있음을 알 수 있다.

3) 표층퇴적물 분석

입도분석의 결과 주요 통계치를 분석하면 연구지역은 주로 세사로 이루어진 조립질의 퇴적이 이루어지는 퇴적환경을 이루고 있으며 실트나 점토와 같은 미립질이 퇴적되는 다른 퇴적환경에 비교할 때 높은 에너지 환경에서 퇴적되었음을 알 수 있다. 양호한 분급을 통해서는 규칙적인 에너지 특성을 보이는 파랑이 주요 프로세스로 작용하고 있음을 알 수 있다

다대포 해안과 인접한 사주 지형에서 이루어진 선행연구의 입도분포는 유사한 특성을 나타낸다. 과거 삼각주 말단부에 형성된 사주와 현재 지형이 성장하고 있는 다대포 해안에는 동일한 지형 프로세스가 진행되고 있다고 사료된다. 사주의 퇴적물에 비해 해저퇴적물의 경우 입도분포에서 차이를 보이는 것은 낙동강으로부터 유입된 퇴적물 중에서 비교적 조립질에 해당하는 입자들이 규칙적인 에너지 특성을 갖는 파랑에 의해 선택적으로 사주에 퇴적된 결과로 판단된다.

4) 주상시료 분석

조사단면 E를 구성하는 Bar의 전면부에서 획득한 주상시료에 나타난 소규모 사층리의 방향은 해안선과 수직방향으로 외해 쪽으로 기울여져 있다. 이것은 퇴적과정이 해안선과 평행한 상태로 계속해서 이루어졌다는 것을 지시한다. 지형의 성장도 해안선과 평행한 방향으로 외해 쪽으로 이루어진다.

4. 결 론

하구언 건설 이후 낙동강 상류로부터 퇴적물 공급이 줄어들어 낙동강 삼각주 말단부의 지형 성장이 둔화되고 파랑에 의한 침식이 주도적인 역할을 하게 된다고 예상되었다. 그러나, 연구지역인 다대포 해안과 하구언 남단의 하천 유로를 중심으로 계속해서 지형이 성장하고 있다는 것을 알 수 있다. 이것은 낙동강 하구언의 수문 개방에 따라

인위적으로 유출이 조절되는 하천수를 통하여 계속해서 퇴적물의 공급이 이루어지고 있음을 나타낸다. 실제 하구언 남단에서 수로유지를 위한 준설공사가 주기적으로 이루어지는 것을 통해서도 퇴적물이 지속적으로 공급되고 있다는 것을 확인할 수 있다.

낙동강이 남해로 유입하는 본류의 유로를 중심으로 이루어져 왔던 낙동강 삼각주의 성장은 하구언의 건설 이후에도 새로운 지형의 형성으로 계속된다. 하구언 건설로 인한 담수 유출의 인위적인 조절과 하천 유로의 준설로 인해 하류지역 내에서의 퇴적물 운반과 조류의 흐름에 변화가 발생했다. 하구언 건설 이전 시기의 낙동강 삼각주 말단의 성장은 명호도 남쪽을 중심으로 이루어졌다. 현재 낙동강 삼각주 말단부의 지형 형성은 낙동강 본류의 유로를 기준으로 동쪽에 위치하는 다대반도 서쪽 해안을 중심으로 이루어지고 있다. 이것은 하구언의 건설로 인한 퇴적물 운반과 조류 흐름의 변화가 삼각주 말단부의 지형형성 양상에 변화를 가져왔음을 나타낸다.

참 고 문 헌

권혁재, 1973, "낙동강 삼각주의 지형연구", 지리학, 8, pp. 8-23

김원형 · 이형호, 1983, "낙동강 하구지역 퇴적물 운반 및 퇴적에 대한 고찰", 지질학회지, 16(3), pp. 180-188

김영의, 1992, "낙동강 하구언 일대의 수문학적 조사", 인제대학교 환경연구소 제1회 환경심포지움 발표논문집 : 낙동강 하구의 자연환경 및 생태변화, pp. 77-86

박진효, 1994, "낙동강 삼각주 말단에 발달하는 신사주의 퇴적물 특성", 부산지리, 3, pp. 33-45

반용부, 1984, "낙동강 하구의 간석지", 지리학연구, 9, pp. 537-559

반용부, 1986, "낙동강 하구 연안사주 지형", 부산여대논문집, 21, pp. 463-518

반용부, 1987, 낙동강 삼각주의 지형과 표층퇴적물 분석, 경희대학교 박사학위논문

반용부, 1995, "낙동강 하구 연안사주 지형의 변화", 부산여대논문집, 40, pp. 155-195

부산대학교 · 부산발전연구원 · Ramsar Center Japan, 1998, 낙동강 하구 습지의 보전과 관리

부산지방환경청, 1992, 낙동강 하구언 축조전후 주요환경 변화조사

서울대학교 기초과학연구원, 1998, 낙동강하류 철새도래지 생태계 보존대책 연구

오건환, 1988, "낙동강 하구둑 건설로 인한 삼각주 말단의 지형변화", 낙동강, 7, pp. 38-47

오건환, 1992, "낙동강 삼각주의 형성과정", 부산지리, 1, pp. 1-16

한국수자원공사, 1988, 낙동강 하구둑 공사지, pp. 77-114

한국자원연구소, 1993, 원격탐사 응용연구 : 낙동강 하구둑 건설전후의 지질환경 변화연구