

낙동강 하구의 연안사주 지형변화

반용부

자연사·미래환경학회 회장, (전)신라대학교 지리학과 교수

부산시 사상구 패법동 산 1 617-736

A landform change of barrier islands around the Nakdong River Estuary.

Ban Yong Boo

Society of natural history and future Environment(president), Prof. Dep. of geography .silla university.(former)

pusan korea 617-736

요 약 : 낙동강 하구의 삼각주 전면에 연안사주지형의 발달이 급속하게 진행되고 있다. 이 연구는 고지도와 항공사진 등을 이용하여 낙동강 하구의 연안사주지형의 성장과 변화에 관하여 알아보았다. 낙동강 하구에는 여러 개의 연안사주들이 분포하고 있어 철새들의 서식지로도 널리 알려져 있다. 이들 연안사주들은 1861년 명호도를 시작으로 1904년 신호도, 진우도, 대마등, 1916년 울속도, 장자도, 1955년 백합등, 1975년 새등(신자도)이 지형도상에 처음 등재되었다. 1986년에는 철새등(도요등)이 해수면상에 출현하였다. 2008년에는 철새등에서 다대포 해수욕장을 향하여 새로운 등이 성장하고 있어 다대포 해수욕장은 석호로 변하고 있고, 소형 어선들의 통항이 불가능하게 되고 있다.

낙동강 하구의 연안사주 군이 분포한 해역은 퇴적환경의 변화로 다대포-가덕도 사이의 바다가 육지로 바뀌게 될 것이다. 정부와 지방자치단체에서는 4대강 살리기, 대운하사업, 가덕도 근해에 신공항을 건설에 관심을 가지고 있어 이 방면에 대한 해안지형환경에 관한 세밀한 연구가 선행되어야 할 것이다.

핵심용어 : 삼각주, 연안사주, 나팔상하구, 갯골, 등, 석호, 하도변화, 조차, 조석류, 분급, 도약하중

Abstract; The Nakdong Delta can be identified by two different geomorphic units. The first one is the upper delta. This is mostly composed of inter-distributary islands that are largely influenced by fluvial processes and attributed to the development of these islands along the river. The other one is the lower delta which is mostly composed of beach ridges. Barrier islands are largely effected by wave processes promoted by the development almost at a right angle to the river. Influenced by the longshore current which flows to the same direction, barrier islands located in the Nakdong river estuary are developing from east to west direction. As a result, the eastern end of the barrier islands are growing toward the north-west direction effected by tidal current which moves toward the same direction.

Barrier islands include the Sinho Island, the Jinwoo Island, the Daema deung, the Janga Island, the Baghap deung, the Sae deung, and the Chulsae deung(Doyeo deung). They have orderly emerged from the sea since 1861.

Since 2008, a new Deung, a sand dune growing under sea, has been developing rapidly from Chulsae deung to the Dadaepo beach. It made the sailing of small fisher boats impossible. Tidal currents transported a lot of sand and silt around the barrier islands. The landscape of Nakdong river estuary where many barrier islands are distributed will change rapidly affecting land environment

key words : delta, estuary, barrierisland, lagoon, beachface, river channel change, tidal current, saltation, sorting, deung.

1. 서 론

4대강 살리기는 국토의 자연과 환경 그리고 경제의 발전을 통하여 우리나라를 세계 일류 국가로 성장 시키겠다는 정부의 의욕적인 국책사업이다.

4대강 중의 하나인 낙동강 유역은 영남지방으로 지칭되고 그곳에 낙동강의 독특한 자연환경 기반위에서 인간의 적응을 통하여 가야와 신라문화가 꽃 피워진 영남사람들의 생활공간으로 등질화 되었다.

낙동강은 47581개의 1차수 하천을 가지고 있으며 8차수 하천이고 평균 분기율은 4.75이다.

Table 1. 낙동강 차수하천의 수와 분기율(UNDP, 1968)

하천의차수	1	2	3	4	5	6	7	8	평균
하천의 수	47581	10456	2360	230	128	28	7	1	
분기율	4.55	4.43	4.17	4.44	4.57	4.00	7.00		4.75

여기에서는 낙동강 하구에 분포하는 연안사주(barrier island) 또는 울타리섬 들에 관하여 그 생성과 변화를 알아보고자 한다. 낙동강 하구의 지형은 수시로 변형되고 있으나 이에 관한 연구가 매우 부족하여 그 실상이 잘 알려져 있지 못하다.

낙동강 하구에는 퇴적의 진행으로 새로운 땅이 생겨나고 있으며 특히 낙동강 하구둑 건설이후 연안 사주 지형이 성장이 급속히 진행되고 있다.

2. 낙동강 유역의 환경

낙동강은 그 길이가 513.5km이고 유역면적은 23817.3km²에 이른다. 낙동강은 47,581개의 지류(支流) 하천들을 함유하며 그 유역에는 이들 지류 하천들의 침식작용을 받아 하구를 중심으로는 침식물질이 운반되어 퇴적된 삼각주평야가 넓게 발달하였다.

낙동강 유역분지는 지질적으로는 중생대의 퇴적분지라는 특징을 가지고 있고 하구지역의 삼각주는 신생대 제4기 충적세에 퇴적되었다. 유로는 지질 구조의 영향을 크게 받았으며 하상의 평균 경사는 17/10,000 로 비교적 완만한 편이다. 안동 이남에서는 3/10,000, 하류부에서는 1/10,000 정도로 평형(平衡)상태에 이르러 있다, 낙동강은 경사가 완만하여 내륙수로로 이용되어 왔으나 수심이 얇아 대형 선박의 항로로는 적합하지 않다.

최근에는 퇴적으로 수심이 얇아지고 있어 가덕도 해안에서는 어선의 전복사고가 발생하여 인명피해도 있었다. 최근에는 도요동에서 물운도 다대포 해수욕장 까지 새로운 등이 해수면 위로 드러나 다대포 해수욕장 전면에는 석호(lagoon)가 형성되고 있다. 한편 이러한 등의 발달로 장림골의 어선 통항로가 폐쇄되었다. 이로 인해서 지역 어민들의 생활에 큰 불편이 생겼고 이러한 현상은 낙동강 하구 만입부 전역에서 동일하다. 낙동강 하구는 서서히 육지로 변화되고 있다. 그 가장 큰 원인은 낙동강 하구둑의 축조에 있다.

Table 2 에는 낙동강 주요지점에서의 유량은 '98년에 가장 많은 유량을 보였고 '95년에 적은 유량을 보였다.

하천을 통한 토사 공급량은 400m³/sec이하의 유량에서 퇴적물의 5%가 공급되고 800m³/sec 이상의 유출량이 있을 때 퇴적물의 85%~90% 정도가 운반 되 온다. 그 밖에 해안의 표류사

도 큰 비중을 차지한다. 하천유출로 이동되어 오는 토사량은 약 4×10⁶m³/year이고 조수유출입구(tidal inlet)를 통하여 유입하는 해안표류사는 2.8~2.6×10⁶m³/year에 달한다. 따라서 낙동강 하구둑 축조 이전의 낙동강하구 일대로 공급되어오는 퇴적물은 연간 최대 약 7×10⁶m³정도였으나, 낙동강 하구둑의 축조로 퇴적환경의 변화가 일어나게 되었다.

Table 2. 낙동강 및 유입지천의 유량 현황(단위 : m³/sec)

구 분	'95	'96	'97	'98	'99	'00	'01	
낙동강	안동교	-	39.7	48.6	108.9	103.8	91.5	-
	지보	-	55.2	59.1	143.7	106.6	84.8	29.3
	사벌	56.3	64.8	81.3	172.3	190.0	131.5	58.1
	낙동	83.9	95.3	124.4	201.0	195.4	169.8	74.3
	왜관	56.0	113.5	112.9	204.9	156.5	180.3	163.4
	고령교	99.1	-	248.3	364.6	339.5	258.9	85.8
	적포교	101.8	146.4	184.2	611.0	520.4	381.6	105.9
전동	112.3	155.8	200.5	594.6	518.0	366.1	332.5	
유입지천	내성천(월포)	4.7	2.9	5.9	44.2	59.7	22.7	6.7
	영강(결촌)	20.1	17.1	38.7	61.9	25.8	-	-
	위천(용곡)	13.4	12.7	18.1	41.6	27.4	25.2	28.8
	간천(선산)	4.9	-	6.1	39.2	24.6	31.4	9.4
	금호강(금호)	4.1	8.7	15.5	28.3	7.9	14.9	16.3
	남강(경암)	31.2	35.4	52.1	107.7	105.1	79.3	38.3
	발양강(발양1)	7.9	-	-	53.4	-	-	-

자료 : 건설교통부(2000-2002) 한국수문조사연보 [유량편] 1999-2001

낙동강 하구둑 축조이후의 하구역 일대 연안사주와 주변 해안의 퇴적량이 증가하여 새로운 등이 수면상에 출현하여 수심이 얇아져서 소형 어선의 운항에 어려움이 많아지고 있다. 이로 인한 소형 어선의 운항이 제한되고 빈번한 선박 좌초 및 전복 등의 해상사고 발생으로 인명과 재산의 손실을 보고 있다. 특히 하신 어촌계의 피해가 늘어나고 있으며 수로의 매물 현상이 나타나게 되어 준설이 시급해 지고 있다. 낙동강 하구의 간석지 일대와 연안사주 부근에서의 퇴적 현상이 활발해지고 있다는 것이다. 즉, 낙동강 하구둑 건설 이후에 퇴적 작용이 왕성해지고 있다는 점이다.

3. 연안사주지형의 발달

낙동강 삼각주로 대표되는 대저도·대사도·제도·평위도·송백도·천자도·수봉도·을숙도·일용도·순아도·명호도·맥도 등의 수많은 충적 하중도들이 길죽 길죽한 고구마 모양으로 발달하고, 삼각주의 전면(前面)에는 넓은 간석지가 성장하며, 다시 간석지 전면에는 신호도·대마등·진우도·장자도·새등·나무섬등·백합등 그리고 최근에 급속히 성장하고 있는 철새등, 다대포 해수욕장 전면에 출현하는 연안사주(barrier island)들이 하도에 직각방향 즉 동→서 방향으로 발달하고 있다.

이들 연안사주를 주민들은 “등”이라고하고 물 밖으로 모습을 드러내기 이전의 지형을 “속등”이라 한다. 속등의 표면에서 먹

이를 구하는 철새들이 많이 찾아들고 있어 새들의 낙원이 되고 있으며 부근의 간석지에서는 굴, 김 등의 양식어업이 활발하다. 멩금머리등은 을숙도 남단으로 성장한 십리등(반월도)을, 장림포구와 무지개 마을의 소형어선통행로 확보를 위하여 절개 하였고 절개된 부분이 멩금머리등으로 성장하고 있다.

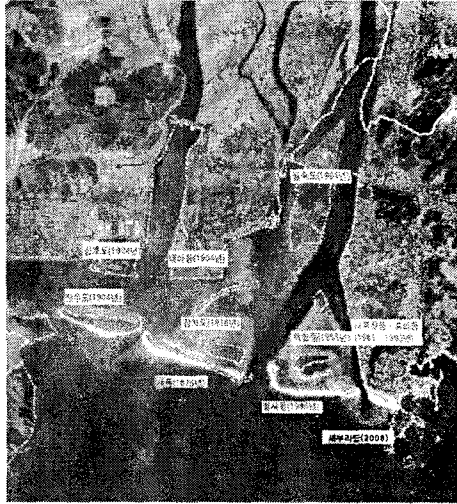


Fig 1. 낙동강 하구해역 연안사주의 발달. (국토지리정보원, 2009.)

연안사주들은 먼 바다에서 밀려오는 파랑의 작용을 막아주는 역할을 하고 있어 그 북쪽의 간석지 성장에는 매우 좋은 환경을 제공하고 있다.

1904년의 지도에 의하면 명호도, 신호도와 같은 섬은 연안사주로서 형성되었고, 대동여지도에도 표기되어 있다.

1904년 지도상에 나타나 있는 것은 명호도와 신호도를 비롯하여 을숙도와 진우도, 그리고 대마등이다.

낙동강하구에는 하중도와 등의 출현으로 커다란 3개의 분류인 갯골이 발달해 있다 이들 갯골의 명칭은 서쪽에서부터 하신골, 진동골, 장림골이라고 지역 주민들이 흔히 부르고 있다.

하신골을 드나드는 하천수와 조석에 의한 창조류와 낙조류의 영향에 의하여 발달하게 된 진우도가 신호도의 남쪽에서 성장하고 있다.

진동골은 동낙동강을 말하는데 이들 하신골과 진동골에 의하여 영향을 받는 대마등이 명지주거단지 조성 전에는 명호도 남단으로부터 약 1000m 떨어져서 성장하고 있다. 그리고 을숙도 남단에는 간석지로서 진우도, 대마등과는 그 성장방향이 다른 십리등이 간석지로서 성장하고 있다.

진우도와 대마등은 동-서 방향으로 장축이 성장하고 있는데 반하여 십리등은 남-북 방향으로 성장하고 있다. 진우도와 대마등의 형성과 성장에 영향을 미치는 인자는 낙동강 하구의 김해만으로 드나드는 창조류와 낙조류의 영향이 크고, 십리등은 낙조류시 하천수의 영향을 많이 받은 것으로 생각된다.

진우도-대마등-을숙도 쪽의 연안사주군을 비교하여 보면 진우도 일대 보다 대마등과 을숙도 쪽으로 연안사주군의 성장과 발달이 활발하고 퇴적환경도 우수하고 퇴적량도 많은 편이

다.

십리등의 하류쪽에는 멩금머리등으로 성장할 간석지의 형태가 명료해지고, 그 남쪽에 백합등이 십리등과는 다르게 그 형태가 동-서 방향으로 발달하고 있어 연안사주를 형성하는 토사의 공급이 하천수의 영향보다는 조석에 의한 조류의 영향이 우세해 졌다.

삼각주 말단부에서 일정한 거리를 두고 성장하고 있는 연안사주군은 창조류보다는 낙조류의 영향을 더욱 강하게 받고 있음을 연안사주군의 발달 형태를 보아 알 수 있다.

1975년경에는 여전히 진우도 남단의 연안사주발달이 미약하나, 장자도 남단에는 약 500m 떨어진 거리에 새등이 발달하고 있을 뿐만 아니라 새등 남단에 간석지가 성장하고 있다.

새등은 그 형태가 동-서 방향보다는 약간 북서-남동 방향으로 약 45도의 방향을 유지하고 있다. 이것은 조류의 영향과 연안류의 영향이 복합된 것으로 보인다.

장림골에서는 창조류보다는 낙조류의 영향을 크게 받고 있다.

1986년경에는 하신골의 진우도 남단과 하신골과 진동골 사이의 새등 남단의 지형성장이 미약하였으나, 장림골 쪽의 퇴적이 비교적 우세하여 홍터등 백합등 나무섬등이 연결 결합되고 다대포쪽의 퇴적도 증가하였다. 그리고 철새등이 출현하였다.

1988년 하구둑 축조 이후의 철새등이 전보다 그 규모가 커졌다.

1990년 이후에는 철새등의 성장이 더욱 활발해지고 있다.

연안사주군의 출현, 성장과 발달에 있어서 하구둑 축조 이후에는 낙동강 상류로부터 운반, 유입되는 토사의 절대량이 감소되므로 퇴적이 둔화될 것으로 예상 되었으나 오히려 조석현상에 의한 조류의 유동에 따라 외해로부터의 퇴적현상이 왕성해지고 있다.

지형도에 표기된 낙동강 하구 연안사주의 출현순서를 시기별로 보면 다음과 같다.

- ① 1904년 신호도 진우도 대마등 을숙도
- ② 1916년 신호도 진우도 대마등 을숙도 장자도
- ③ 1955년 신호도 진우도 대마등 을숙도 장자도 백합등
- ④ 1975년 신호도 진우도 대마등 을숙도 장자도 백합등 새등
- ⑤ 1981년 신호도 진우도 대마등 을숙도 장자도 백합등 새등 나무섬등
- ⑥ 1983년 신호도 진우도 대마등 을숙도 장자도 백합등 새등 나무섬등 홍터등
- ⑦ 1986년 신호도 진우도 대마등 을숙도 장자도 백합등 새등 나무섬등 홍터등 철새등
- ⑧ 1988년 신호도 진우도 대마등 을숙도 장자도 백합등 새등 나무섬등 홍터등 철새등
- ⑨ 2008년 신호도 진우도 대마등 을숙도 장자도 백합등 새등 나무섬등 홍터등 철새등 새부리등

현재 이 해역에는 소규모의 변화가 진행되고 있으며 새로운 등(새부리등, 2008)이 해수면 하에서 계속 성장하고 있어 낙동강 하구의 다대포와 가덕도 사이의 넓은 해역이 점차 퇴적에 따른 지형성장으로 육지화 될 것으로 예측된다.

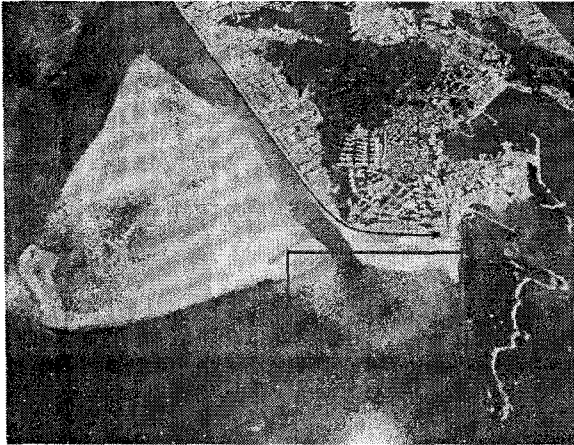


Fig 2. 연안사주의 발달. 2008년 새로이 성장하는 새부리등.

4. 해수준 변동

낙동강 삼각주의 해수면 변동 내용은, 낙동강 삼각주의 퇴적층의 구조와 층후, 그리고 지형의 발달 과정에 반영되어 있다.

삼각주의 총적층의 지질구조를 보면, 그 층후는 지역에 따라 일정한 것은 아니지만 50m~60m정도에 이르는 곳도 있다. 이 퇴적층은 상부사층(하류 쪽은 7~18m, 그 밖의 상류 쪽은 2~6m), 점성토층(-7~-18m 이하에 층후, 17~27m), 하부사층(-29~-36m 이하에 층후 4~17m), 사력층(-34~-43m 이하에 층후 3~16m, 렉 또는 렉이 혼재된 전석층(-51~-63m 이하에 층후 2~6m), 기반암층(-54~-67m 이하)으로 구성되어있다. 이러한 층서는 완신세의 해면변동과 하천의 작용이 어우러져 형성된 것이다.

우리나라의 해수면 변동내용을 추리하면, B.P. 10,000~6,000년 기간 중에 급상승, B.P. 9,000~8,500년 기간에는 일시적 정체 또는 저하 경향, B.P. 6,000~5,000년 기간 중 고해수준기, B.P. 4,000~3,500년 기간 중 소해퇴기, B.P. 1,800년경의 소해진기, 그리고 그 이후의 해수면의 점진적 하강이 계속되었던 것으로 정리할 수 있다.

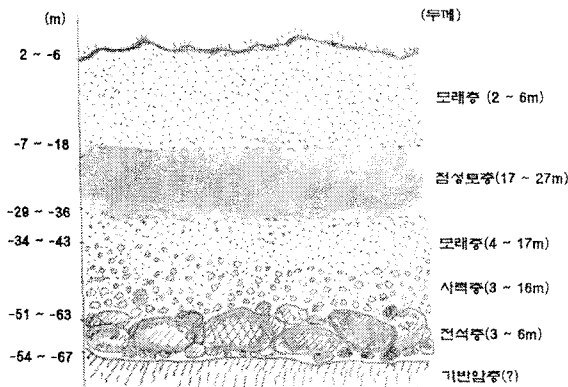


Fig 3. 낙동강 삼각주의 퇴적층 구조

낙동강 삼각주는 가야시대(B.P. 1,700년경)에는 해수면하에서 성장하는 중이었으며 오늘날 우리가 볼 수 있는 총적평야는 가야시대 이후에 수면 상으로 출현하였을 것이다.

5. 결 론

낙동강 하구의 가덕도-다대포(물운도) 사이에는 급격한 토사의 퇴적으로 인한 연안사주 지형의 발달로 점차 육지화 되고 있어 낙동강 하구둑 축조이후 연안 사주 지형주변에 퇴적 속도가 급격히 빨라지고 있어 지역 어민들은 연안사주 내측에 입지한 어촌계 선착장과 작업장 간에 일상적인 선박운행이 불가능한 상태에 이르고 있다. 이러한 퇴적 지형 범위가 확대되면서 각종 선박 운행사고가 빈발하고 있다. 앞으로 수년 내에 연안사주들은 더욱 성장하면서 선박과 조수의 통로인 갯골이 매몰되어 어선운행이 불가능해 질 것이다.

4대강 살리기를 위한 국책사업이 시작되면 토사의 유출로 낙동강 하구의 연안사주역은 해양 환경에서 습지 또는 육지환경으로 경관이 변형 될 것이다. 이러한 변화에 대비하여 관계기관에서는 해양지형환경의 보전과 어선 통항로 확보를 위한 대책을 수립해야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 부산광역시(2006) 낙동강 백서
- [2] 반응부,(2004) “대저도의 지형경관변화” 부산연구 창간호 pp. 7-52.
- [3] _____,(2004) “명호도 남단의 Barrier islands 지형변화” 부산연구 창간호. pp. 53-100.
- [4] _____,(2005) “낙동강 하구에 발달한 연안사주, 하구둑 건설 전·후의 지형변화” 낙동강 하구둑의 득과 실. 부산발전연구회, pp. 91-150.
- [5] _____,(2006) “낙동강 삼각주의 환경” 부산연구 2호 pp. 7-50.
- [6] _____,후지외라 권조(2006) “ 낙동강 삼각주 평야의 개발” 부산연구2호 pp. 51-100.
- [7] _____,(2006) “서 낙동강 하안의 지형” 부산연구 2호. pp.131-168.
- [8] _____,(2006) “낙동강 하구 진우도·새들의 퇴적 메카니즘” 부산연구3호. pp. 7-20.
- [9] 부산대학교 산학협력단,(2007) “부산광역시 무인도서 실태조사”