

[전문가 특별기고]

**하천 유사 실태와 해안 침퇴적
-경상북도 해안유입하천 사례중심-**

안경모 **한동대학교 교수**
(kmahn@handong.edu)

1. 머리말

동해안 연안은 최근 40년 동안 연안개발 및 인공구조물 건설로 인한 연안물리환경의 변화에 의한 침식이 전반적으로 진행되고 있다. 연안침식 문제가 단순히 모래 유실의 문제 만이 아니라 여가 및 생활 공간인 백사장, 연안생태계 파괴, 도로 등의 사회기반시설의 파괴, 그리고 폭풍, 태풍, 지진 해일 등에 의한 재난에의 노출 등의 복합적인 문제로 인식되어야 한다.

2012년 시행된 경북 연안침식 모니터링 결과에 의하면 총 25개의 모니터링 해안 중 18개 해안이 침식 우려와 심각 해안으로 평가되었다. 침식우려 등급인 C등급 15개소와 침식심각 등급인 D등급 3개소로 조사대상해안의 72%에서 침식이 심각하게 진행되고 있다(경상북도, 2012).

경북 연안침식 모니터링 지역의 침식 원인은 두 가지로 분류할 수 있다. 첫째는 해안선에 평행한 방향으로 흐르는 연안표사(longshore sediment transport)의 흐름을 차단하는 해안구조물에 의한 침식, 둘째는 해안선의 법선 방향으로 흐르는 법선방향 표사이동(cross-shore sediment transport)의 수지 불균형에 의한 침식이다.

첫 번째 침식원인은 주로 하천, 어항, 발전소, 제철소 인근 해안구조물에 의해 발생하며, 두 번째 침식원인은 하천유사 공급의 감소, 규사 및 모래 채취를 위한 준설 등에 의해 발생한다. 이러한 침식의 원인은 대부분 인간에 의해 발생된 것들이다.

과거 수 천년 동안 육상으로부터의 토사 공급과 파랑에 의한 심해로의 토사유실의 균형에 의해 유지되

어온 해안선이 최근 40년 동안의 급격한 연안개발에 의해 침식이 가속화 되고 있다. 위에 언급한 침식의 원인 중에 하천에서 공급되는 유사의 감소와 이로 인한 연안침식은 밀접한 관계가 있음에도 불구하고 현재까지 정량적인 분석이 전무한 형편이다. 그 이유가 무엇인지 생각해 보면, 아래와 같은 이유 들이 도출 될 수 있을 것이다.

- (1) 하천으로부터 공급되는 유사의 양을 장기간 실측 하는 것은 기술적으로 매우 어려울 뿐만 아니라 경제적으로 많은 비용이 요구된다.
- (2) 연안침식은 대부분 10년 이상의 장기간에 서서히 진행되기 때문에 과거의 실측자료가 존재하는 경우가 거의 없다. 1960년대 이후 간헐적으로 촬영된 항공사진이 유일한 자료인 경우가 대부분이다.
- (3) 하천으로부터 공급되는 유사는 강수량에 의한 유량에 의존적이며, 표면유출에 기인하기 때문에 실측 및 수치모의에 매우 큰 불확실성과 오류가 수반된다. 또한 댐과 보 등의 하천 구조물에 의해 유사 차단되기 때문에 오차가 더욱 커진다.
- (4) 최근 동해안에 유입되는 하천의 건천화가 급격히 진행되고 있으나 이에 대한 체계적인 연구는 전무하다. 특히 건천화의 원인에 대한 심도 깊은 연구가 이루어 지지 않고 있다.
- (5) 하천 하구역에 퇴적된 토사에 의해 하구역이 폐색되는 정도가 심해질 경우 인근 해안선에 공급되는 모래가 감소할 것이라 예측되지만 이에 대한 정량적인 연구가 전무하다.

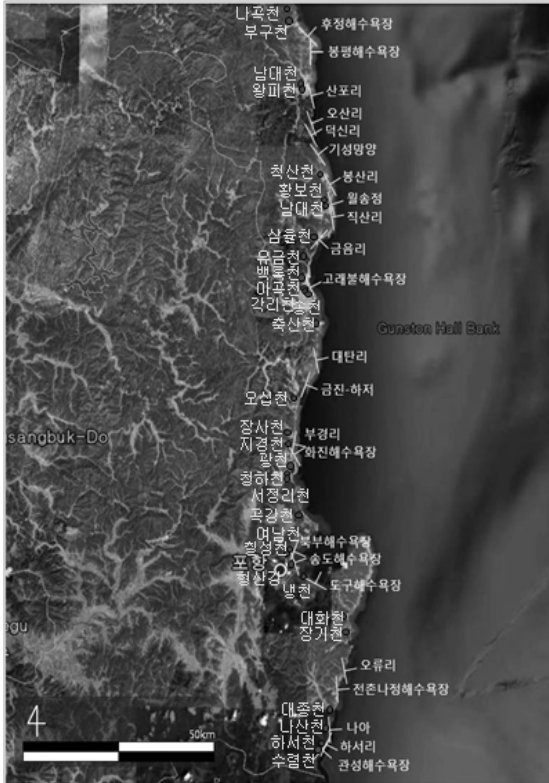
상기 여러 가지 이유에 의해 연안침식의 원인이 되는 하천 유사공급의 감소와 연안침식의 연관성을 정량적으로 분석하기 쉽지 않음을 알 수 있다. 본 고에서는 경북 연안의 하천 하구역 실태와 생태적 중요성 그리고 연안침식과의 연관성에 대해 몇 가지 사례에 대해 정성적으로 기술하고자 한다.

2. 본론

2.1 경북 동해안 연안침식 모니터링

경북 연안침식 모니터링 대상 지역 31개소와 인근

31개 하천 하구역이 아래의 <그림 1>에 표기되어 있다. <그림 1>에 표기된 지역의 수치지도와 연도별 항공사진 자료는 지형정보시스템을 이용하여 데이터베이스화 되어 있다. 따라서 각 지역에 대한 정성적인 실태 분석을 과거의 항공사진 자료를 이용하여 신속히 수행할 수 있다.



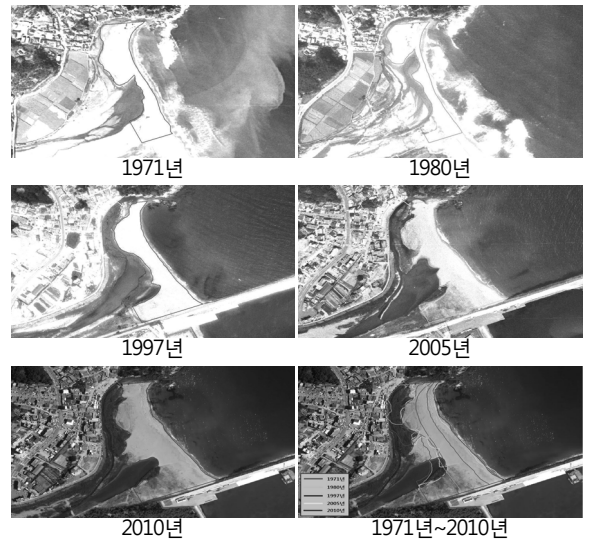
<그림 1> 경북 연안침식 모니터링 대상 31개 지역과 31개 하천 하구역 위치

2.2 하천 하구역

경북에서 동해안으로 유입되는 지방2급 하천 31개의 하구역을 조사하여 완전개방, 폐색직전, 그리고 완전폐색 여부를 검토하였다. 완전개방은 4곳으로 일년내내 하구역이 퇴적물에 의해 지형이 변화되지 않는 곳이며, 폐색직전은 13곳으로 유량감소시 협소한 통로를 통해 바다와 연결된 하천, 완전폐색은 14곳으로 장마철과 같이 유량이 클 경우를 제외하고 퇴적물에 의해 완전히 폐색되어 있는 하구역이다.

31개의 하천 중 27개의 하천이 거의 폐색직전이거나 폐색되어 일년 중 대부분의 기간동안 바다와 단절되어 있는 하천이 무려 87%에 이른다.

<그림 2>는 1971년부터 2010년까지의 부구천 하구역에서 촬영된 6개의 항공사진이다. 1997년 항공사진의 하단부의 구조물은 울진원전의 취수구의 도류제이다. 구조물 건설 이전인 1971년과 1980년의 항공사진을 보면 하구역에 퇴적되어 있는 모래가 많이 있음에도 불구하고 유량의 증가에 쉽게 물길이가 바다와 연결될 수 있는 것을 알 수 있다.



<그림 2> 1971년부터 2010년까지의 부구천 하구역 항공사진

위의 부구천 하구역 항공사진에서 볼 수 있듯이 해안구조물에 의해 하천에서 공급되는 모래가 지속적으로 퇴적될 경우 하천이 연중 폐색되어 회류하는 어류의 통로가 차단되는 등의 생태적인 문제를 일으킬 뿐만 아니라, 인근 후정해수욕장 백사장으로서의 모래공급이 차단되어 백사장 침식을 가속시키는 원인이 되기도 한다.

2.3 하천의 건천화

앞 절에서 언급한 하구의 폐색 뿐만 아니라 유량의

감소에 의한 하천의 건천화도 빠른 속도로 진행됨이 관찰되었다. 아래의 <그림 3>에서 볼 수 있듯이 경북 월포해수욕장 남단에 위치한 서정천은 일년내내 건천화 되었음을 알 수 있다.

하천의 건천화는 댐과 보에 의한 농업용수 확보가 가장 주요한 이유이다. 또한 하천 주변 논과 밭의 농경지 확보를 위한 삼림의 훼손, 1970년대 이후의 농업용수로 지하수 사용이 급증하면서 건천화를 가속화시키고 있다. 하천의 유지용수는 대부분 지하수면과 연관되어 있다. 아래 서정천과 같은 경우 하천 인근 논에 공급되는 물은 펌프로 지하수를 양수하여 공급한다. 지하수위가 하천저면 이하로 내려가면 장마철 또는 태풍에 의한 강수에 의해 하천에 물길이 생기더라도 대부분의 경우 일주일 이내에 다시 건천화 된다. 농업용수로 사용되는 지하수는 현재 전혀 관리가 되고 있지 않기 때문에 지하수의 지속가능한 사용여부에 대한 연구가 시급하다. 우리나라 식량자급율이 30%이하로 떨어진 상태에서 전 세계적인 기후변화에 의한 실량공급의 차질이 생길 경우 국가적인 대책 조차 전무하다.



<그림 3> 경북 포항시 월포해수욕장 남단의 서정천

하천의 건천화는 인근 생태계에도 이미 영향을 끼치고 있다. 과거 지표수로 농사를 짓던 시절에는 논과 밭의 한가운데 둔병을 두어 지표수를 저장해 두었다. 둔병은 수생생태계가 겨울을 날 수 있는 유일한 장소였다. 토종 민물고기가 사라지고 있으며 반딧불이와 같은 생태지표 생물을 거의 볼 수 없는 농촌지역이 급증하고 있다. 생태계의 먹이사슬이 끊어져 가고 있는 것이다. 농촌 지역의 생물다양성 감소는 향후 생태계의 건전성을 감소시켜 해충에 의한 농작물 피해에 대

한 유일한 대책이 살충제의 대량 살포가 유일한 대안이 될 가능성도 배제할 수 없다.

아래의 <그림 4>는 경북 남대천과 왕피천에서 회귀하고 있는 황어떼를 보여준다. 남대천과 왕피천은 비교적 유량이 유지되어 회류하는 어류의 산란처의 역할을 담당하고 있다. 그러나 앞에서 언급한 서정천과 같이 건천화된 하천은 과거 회류어류의 통로였으나 현재는 모든 민물고기가 서식할 수 없는 환경으로 바뀌었다. 필자는 2009년 4월 서정천에서 수천마리의 황어떼를 관찰한 적이 있다. 당시 이틀간 비가 와서 약 100m 정도의 물길이 났을 때 불과 수십 cm의 물길을 따라 하천을 거슬러 올라가려다 결국 100m도 못 올라가고 물길이 끊겨 때죽음을 당하는 황어떼를 본 기억을 잊지 못한다. 동해안 해안을 따라 회귀하려는 황어떼가 올라갈 하천을 찾지 못해 잠시 물길이 생긴 하천을 올라가려다 결국은 몰살을 당했다.



<그림 4> 경북 남대천과 왕피천의 황어 회귀

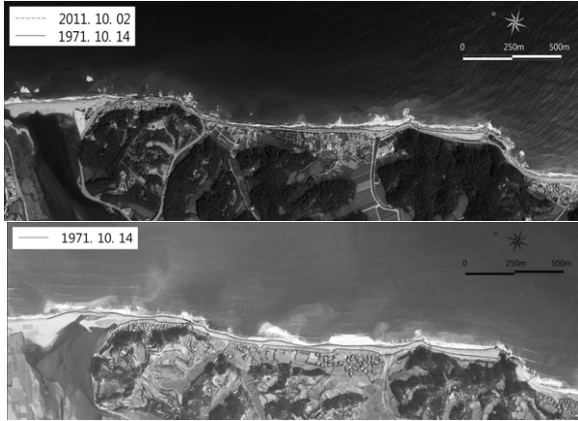
하천의 건천화, 지하수의 고갈, 해안침식, 식량생산, 생태계 파괴 등은 밀접하게 연관되어 있다. 이에 대한 대책이 시급한 시점이다.

2.4 하천 유사감소와 연안침식

연안 백사장의 모래는 파랑에 의해 서서히 그리고 지속적으로 깊은 바다로 유실될 수 밖에 없다. 따라서 육지로부터 공급되는 모래의 양이 줄어들면 해안선의 지속적인 침식은 피할 수 없다. 경북 동해안 연안에서 인근에 인공적인 구조물이 없음에도 침식이 진행되는 지역은 육상기인 모래의 공급이 감소했기 때문에 일어나는 현상이다.

아래의 <그림 5>에 볼 수 있는 울진 산포리 해안의 경우 남쪽 해안의 침식이 진행되고 있다. 인근에

인공구조물이 없음에도 침식이 진행되고 있는 경우이다. 정확한 원인은 정밀조사가 필요하겠지만, 과거 항공사진과의 비교로 판단했을 경우, 하천 유사량의 공급 감소가 주요한 원인으로 판단된다.



〈그림 5〉 경북 울진군 산포리 해안선

하천 유사량의 공급감소는 지속적으로 진행될 것이다. 과거 자연이 진행했던 유사의 공급은 하천 인근에 정착한 인간의 개발에 의해 서서히 줄어들고 있다. 이에 따라 해안선의 침식도 서서히 진행될 것이다. 침식된 백사장을 복귀하는 방법은 양빈이 가장 자연적이고 부작용이 없는 해법이다. 그러나 문제는 양빈을 할 수 있는 경제적이고 양질의 모래를 찾는 것이 갈수록 어려워지고 있다는 점이다.

2.5 하천 유사 공급을 위한 제언

백사장의 모래는 대부분 하천으로부터 공급되어 왔다. 따라서 모래의 공급을 늘릴 수 있는 방법도 하천의 자연적인 유사공급 능력에 의지해야 하는 것이 자연스럽다.

아래의 〈그림 6〉은 2012년 9월 17일 태풍 산바의 강수량에 의해 늘어난 경북 포항 서정천의 유량과 유사의 사진이다. 일년내내 건천화 되어 있는 서정천에 장마철과 태풍 등에 의해 유량이 늘어났을 때 흐르는 황토물 속의 유사(모래)는 백사장에의 주요한 모래 공급원이다. 동해안에 직접 유입되는 하천은 경사가 급

하고 유속이 빠르다. 건천화된 하천에 평상시에 다량의 모래를 포함하고 있는 토사를 공급해 둔 후 장마철과 태풍이 통과할 때 늘어난 유량에 의해 하천의 하구역으로 운반된 후, 해안의 파랑에 의해 분류가 되면 침식된 백사장의 훌륭한 모래의 공급원이 될 수 있을 것이다.



〈그림 6〉 2012년 9월 17일 태풍 산바에 의해 불어난 서정천의 유량과 유사의 흐름

3. 맺음말

동해안 연안침식은 과거 40년 동안 진행되어 왔다. 지난 10년간 많은 지역에서 연안침식이 가속화되고 있다. 침식된 해안을 복구하는 방법은 많은 비용이 들고 기술적인 어려움이 있다. 본 고에서는 경북 동해안에 직접 유입되는 하천의 하구역을 조사하여, 인근 연안침식과의 연계성을 정성적으로 분석하였다. 하천의 건천화, 하구역의 폐색, 하천 지하수위의 감소에 의한 복류수위의 감소, 이의 원인이 되는 농업용수 공급을 위한 댐, 보, 지하수 이용에 대해 살펴보았다. 건천화에 따른 생태계와 장래 농업용수의 공급 그리고 식량생산 등은 서로 연관되어 있다.

건천화된 하천에서 자연의 힘을 이용한 모래의 공급방법을 제안하였다.

감수: 이재형 (jaehyeng_lee@hanmail.net)

참고문헌

경상북도 (2012). 2012년 경상북도 연안침식 모니터링 용역결과 보고서