2022년 해양과학기술협의회 사회적 책임활동 워크샵

동해가 묻고,
과학이 답하다

- 일시 : 2022년 7월 14일 13:00~17:00
- 장소 : 속초문화예술회관 소강당

[주최] (사)한국해양과학기술협의회
(사)한국해양환경・에너지학회

[주관] (사)한국해양과학기술협의회
해양과학기술지원단

22-1 동해안 사회적 책임 워크샵

■ 제목 : 동해가 묻고, 과학이 답하다

■ 일시 : 2022년 7월 14일 13:00~17:00

■ 장소 : 속초문화예술회관 소강당

■ 주최 : (사)한국해양과학기술협의회, 한국해양환경・에너지학회

■ 주관 : (사)한국해양과학기술협의회 해양과학기술지원단

■ 내용 : 동해안 및 영랑호에 대한 진단과 관리 방안

<< 프 로 그 램 >>

13:00~13:20 등록 및 상호 교류

[사회: 김형근교수, 해양과학기술지원단]

13:20~13:40 개회사 김가야교수(해양과학기술지원단장)

환영사 및 축사 김현주박사(해양과학기술협의회장) 등

[진행: 오위영박사, 해양과학기술지원단]

13:40~14:20 <특강> 동해안 침식은 어떻게 완화할 수 있을까?*

(강윤구박사, 한국항만협회)

14:30~15:00 동해안 석호는 어떤 상황인가? (윤이용교수 카톨릭관동대)

15:00~15:30 영랑호는 어떻게 변화되어 왔나? (엄경선연구가 속초향토사)

15:30~16:00 겨울철, 영랑호는 왜 반쪽만 얼었나?** (김종규교수 전남대)

[진행: 최중기교수, 해양과학기술자문단]

16:10~16:40 지명토론

*신창섭대표(설악투데이),**김성미위원(환경운동연합), 서영교박사(지마텍), 박종면국장(현대해양), 김범철교수(강원대), 전재경박사(자연환경국민신탁)

16:14~17:00 종합토론

- 목 차 -

1. <특강> 동해안 침식은 어떻게 완화할 수 있을까? ---------- 1
(강윤구박사, 한국항만협회)

2. 동해안 석호는 어떤 상황인가? ---------- 5
(윤이용교수 카톨릭관동대*)

3. 영랑호는 어떻게 변화되어 왔나? ---------- 8
(엄경선연구가 속초향토사)

4. 겨울철, 영랑호는 왜 반쪽만 얼었나? ---------- 12
(김종규교수 전남대)

5. 참고자료 (해양과학기술지원(자문)신청서 2종) ---------- 14

<특강>

동해안 침식은 어떻게 완화할 수 있을까?

강윤구
한국항만협회

요 약

한국에서 해안침식 문제는 김영삼 정부 때 해안개방(해안초소 철거 등)으로 해안개발의 급격한 증가와 함께 1990년대 중·후반부터 급격히 진행하였으며, 선진국에 비하면 상당히 늦은 최근의 일이다. 그 이전에는 방파제 연장사업 과정에서 간혹 발생하여 우리가 침식문제를 직접 경험할 기회가 적었다. 예를 들면, 1980년대 후반에 추진한 속초항 확장(방파제 연장)과 그에 따른 남측의 속초해수욕장 침식, 속초 장사항 개발(방파제 공사) 중 남측의 영랑해안 침식 등 문제의 사례가 많지 않았다.

선진국에서도 해안개발과 바다모래 이용 등으로 이미 100년 이전부터 해안침식이 사회의 문제로 대두되어 많은 시행착오와 조사·연구, 대책사업 등이 추진되었다. 해안침식 문제 발생은 어느 국가나 비슷한 사회의 문제 속에서 진행되었으며, 그 형태도 비슷하였기 때문에 후발 주자인 우리는 그 시행착오를 줄일 수 있었다. 그러나 최근 20, 30년 사이에 우리가 그 시행착오의 과정을 답습하고 있다.

1990년대 후반부터 시작한 해안침식대책사업(국가 사업명은 '연안정비사업'이라 칭함)에 연간 수백억원 이상 투입되고 있지만, 그 효과가 크지 않은 것으로 지적받고 있다. 이는 사업비의 80% 이상이 구조물 시공비로 침식대책 구조물이 새로운 침식을 유발하는 것도 한몫하고 있다.

해안침식의 문제는 표사계 내에서의 모래감소(토사유입 감소, 항로·항내 준설, 해사채취 등)를 제외하면 모두 인공구조물(방파제, 호안, 친수시설, 침식대책 구조물 등)에 의한 결과이다. 이는 인공구조물을 설치하면 그 구조물로 인해 퇴적과 침식이 동시에 발생한다. 이때 표사의 균형이 깨지기면 침식문제로 이어진다. 침식대책 구조물("구조적 침식대책")도 인공구조물이다. 즉 구조적 침식대책을 계획하면서 이로 인해 발생할 새로운 침식과 퇴적의 변화를 제대로 고려하지 못하면 침식대책의 효과가 떨어진다. 이는 특별히 새로운 식견도 아니며 기술적인 문제도 아니다.

해안·항만 분야는 건설분야에서 가장 경험기반의 공학분야이다. 해안·항만 분야 중에서도 표사와 침식 분야가 가장 경험공학적이다. 방파제 건설 등 구조물 건설에 따른 해안의 지형(해안선) 변화는 구글어스 등 위성사진이나 항공사진 등을 통해 쉽게 파악할 수 있다. 이에 반해 우리가 과학적인 tool이라고 하는 수치모델링으로는 지형변화를 50%도 표현하기가 쉽지 않다. 지금까지 항 개발 등에 따른 침식문제 발생과 비효율적인 침식대책도 수치모델링에 지나치게 의존한 결과이다. 수치모델링의 의존은 과학적 tool이라는 막연한 인식 때문에 정작 중요한 것을 놓치고 있다. 경험기반의 지형변화를 먼저 도식화하고 수치모델링으로 이를 재현하는 과정(일종의 튜닝과정)을 거칠 때 수치모델링의 효과가 극대화된다.

이번 워크샵에서 설명할 내용에 대해, 동해안의 해안 침식문제를 어떻게 완화할

것인가에 대해, 학술적인 내용보다는 해안의 모래이동 현상(표사현상), 항만 및 어항 설계기준(1971년부터)과 교과서 등에서 설명하는 퇴적·침식 대책, 그리고 각종 개발과정에서 발생한 침식문제 발생과정과 침식대책사업의 비효율성 등에 대해 다음과 같이 간략히 요약·정리하였다.

1. 먼저 인식의 변화가 필요하다

1.1 자연 탓을 하지 말자!

* 자연 탓을 하면 개발이 정당화되고, 침식대책이 왜곡됨

1) 고파랑화 * 일시적인 침식유발요인

* 고파랑에 의한 침식문제는 개발 등 인위적 행위가 이루어진 곳에서 집중 발생

2) 해수면상승

* 침식문제 유발 영향요인은 될 수 있지만 현재까지는 눈에 띄는 침식문제를 일으키는 요인으로 보기는 쉽지 않음

* 만약 해수면상승이 유의미한 침식문제를 유발하고 있다면 장기간의 R&D나 연안침식 모니터링 사업 등에서 영향의 정도를 규명할 수 있었겠지만 아직 그런 보고는 찾기 어려움

1.2 기술 부족? (No)

* 기술부족 문제라기보다는 사회 인식문제로 볼 때 효과적이고 효율적인 대처가 가능

1.3 파랑을 강하게 막으면 침식문제를 막을 수 있다는 인식의 문제

* 침식문제는 파랑이 작은 곳에서도 발생함

* 파랑을 강하게 막을수록 부작용(2차 침식)도 커짐

1.4 침식대책 계획 의사결정시 수치모델링의 의존도를 줄여라!

* 경험공학적 예측방법으로 지형변화에 대한 그림을 먼저 도식화하고, 수치모델링은 그 상황을 재현한 후 세부 변화 예측에 활용할 때 수치모델링의 역할이 극대화됨

1.5 이용에 대한 욕심을 좀 줄이자!

* 파랑의 영향범위 내에는 산책로 등의 시설 설치를 줄이자!

* 부득이 설치하고자 하면 시설피해(붕괴 등) 발생하지 않게!

* 이 과정에서도 파랑에 의향을 줄이는 방안으로 계획해야!

1.6 경관 강조가 침식대책이라는 본질을 우선해서는 안 됨

* "경관" 강조는 본질에서 벗어난 주객전도이자 해수욕장의 이용성을 저해한다

* 경관은 창출하는 것이지 보이지 않게 하는 것이 아니다

* 눈에 보이는 돌출 구조물을 이용하더라도 경관창출을 고려하는 계획도 필요

2. 침식과 침식문제를 구분할 수 있어야 한다

1) 침식: 상시 발생하는 표사현상으로 장기간에 걸쳐 안정하면 안정(=동적안정)
   * 동적안정을 깨뜨리는 개발행위는 지양
2) 침식문제: 표사의 불균형이 어느 임계치를 넘어 사회문제로 나타나는 현상
   * 표사불균형 유발 요인: 방파제, 호안(옹벽 포함), 준설 등
   침식대책 시설도 해당
   * 침식대책은 표사균형을 회복하는 계획
3) 침식문제는 지금 당장 눈앞에서 벌어지는 문제
   * 학자, 연구자 등 전문가들은 맹목적·원론적인 원인 주장을 지양하고 침식문제를 일으키는 본질에서 문제를 접근해야
   * 인위적 행위가 없는 안정한 자연해안과 침식문제가 발생하는 해안의 전후의 변화를 비교하면 침식문제 유발 요인을 명확히 구분할 수 있음
   * 고파랑은 일시적 요인이며. 인위적인 행위가 없는 안정적인 해안에서는 곧 회복(=동적 안정)
   * 해수면상승은 장기간에 걸친 영향 요인이며, 지금 당장 눈앞에서 벌어지는 침식문제에 결부시키기에는 아직은 미미

3. 침식대책의 올바른 접근

3.1 침식문제 발생 완화부터

* 침식문제가 발생하고 나면 원상복구는 거의 불가능하고 막대한 예산 소요
* 지금까지는 소 잃고 외양간 고치기식 대처 혹은 호미로 막을 것을 가래로 막는 꼴이 많음
* 따라서 개발행위 단계에서부터 침식문제 발생 완화대책을 병행해야 함

1) 침식문제로 이어지는 "표사불균형"을 일으키는 인공적 행위를 줄여라!
   * 침식문제 유발 행위시 그에 따른 표사불균형 발생 이해하고 대처
     → 방파제 등의 인공구조물에 의한 침·퇴적 양상 이미지화가 우선
   * 경험공학적 예측법을 우선 활용하고, 수치모델링이나 수리모형실험은 그 상세 변화 예측에 활용할 때 예측의 정확도를 높일 수 있음
2) 개발 등 인위적인 행위가 불가피할 경우 완화방안을 병행(혹은 선제적)
   * 미시행시 행위자 부담원칙의 강력한 시행 필요

3.2 침식대책의 올바른 적용

* 현재 기술) 90% 이상 해결할 기술은 없지만 70% 정도의 해결은 가능

1) 침식대책은 표사불균형 유발요인을 제거하는 것부터 시작하라!
2) 부득이한 경우, 파랑을 강하게 막겠다는 생각을 버려라!
   * 파랑을 강하게 막을수록 큰 새로운 변화 발생(침식 심화 및 확대)
3) 표사불균형 해소를 위한 평면계획이 가장 중요!
   * 현행 계획은 평면계획보다 단면계획 개념이 강함(잠제설계 등)
4) 침식대책 구조물은 작게 계획하라!
   * 침식대책은 구조물이 클수록 2차 피해 크게 발생

= 해안구조물 ≠ 항만구조물

* 한국의 실태) 항만구조물처럼 크게 계획

5) "침식대책=(광폭)잠제"라는 등식이 정착(우리 사회의 문제)

* (광폭)잠제는 1973년 일본에서 처음 제안(명칭은 "인공리프")
* 인공리프는 방파제가 없는 곳에서도 파랑이 저감되는 "자연리프" 해안을 인공적으로 재현하자는 취지에서 "폭이 넓은 잠제(=광폭 잠제)"로 구상됨
* 파랑이 수심이 얕은 리프 위를 통과하면서 파랑이 강제로 쇄파되는 과정에서 나타나는 수리학적 현상에 의해 모래해안에서는 자연리프 해안과 다른 문제(세굴 등)가 발생하여 잠제 배후와 개구부에서 수심이 깊어지는 현상이 나타남(일본, 다수의 모니터링 결과 보고됨)
* 일본은 당초부터 이 문제를 해결하기 위해 노력했으나 쉽지 않아 대략 2005년부터는 신규사업에 반영하지 않고 있다고 하며, 최근에는 기 설치 현장에서 나타나는 문제점 해결을 위한 개선 사업도 진행됨
* 한국에서는 2005년 무렵부터 본적 적용되어 현재 주력 공법으로 적용되고 있는 상황이고, 침식대책사업의 효과 확인 과정이 부족하여 과거 일본에서 경험한 시행착오를 반복하고 있음.
* 한국에서 광폭 잠제가 침식대책의 주력공법이 되는 과정에는 지역주민들의 요구에 따른 것이라는 주장도 있지만 최근에는 지역주민들도 광폭 잠제의 문제점을 인식하고 적용 반대 목소리도 내고 있기 때문에 광폭잠제 적용에 대한 사회적 논의과정을 통한 방향 설정이 필요

6) 사업방식을 "해안구조물" 특성에 맞게 바꿔야!

* 현행 사업방식은 "항만구조물" 사업방식(설계비 산정, 사후 대처 등)

3.3 공사) 모래이동 특성을 고려한 공정 관리가 필요

* 준설 및 구조물 축조 과정에서의 모래이동 변화에 따라 침식문제 발생
* 공사 중에는 모래이동 특성을 고려한 공정관리를 해야 함

3.4 모래는 소중한 자산

* 하천을 통한 모래유입 감소, 바다모래 채취 등으로 모래자원 감소
* 항내 혹은 방파제 주변의 퇴적모래는 인근에서 이동해 온 양질의 모래
* 문제) 퇴적 구역을 부지로 이용 ⇒ 퇴적모래는 침식 구역으로 되돌려 줘야!
* 준설을 하더라도 바다에 있는던 모래는 바다에 둬야

3.5 설계기준에 충실히 하면 침식문제 완화와 예산절감이 가능

* 설계조건 '표사'에 구조물에 따른 지형변화 예측(경험공학적 방법)
* 항 개발시 매몰대책=침식대책
* 침식대책 구조물에 의한 2차 침식 주의 등

3.6 설계기준에서 정의하는 용어로 올바르게 사용할 때 효과적인 대책이 가능

* '잠제'와 '광폭잠제(=인공리프)'를 명확히 구분해야 함
* 최근 '잠제=수중방파제'로 칭하면서 (광폭)잠제의 문제점을 가림
* 수중방파제는 설계기준에서 다루지 않는 용어
* "...방파제"는 침식문제 유발 구조물인데 침식문제 유발 "...방파제"를 침식대책으로 계획하는 것은 모순

4. 결언

결론적으로, 해안의 침식문제는 개발과정에서 발생하는 표사불균형 상황을 최소화하는 대책을 선제적 혹은 병행하면 대폭 줄일 수 있다. 예를 들면 방파제 건설 혹은 연장 시에는 항내매몰과 그 주변 퇴적을 방지하기 위한 방파제(일종의 돌제)를 선제적 혹은 병행 설치해야 한다(설계기준에서 규정함). 또한, 해안도로, 주차장, 산책로 등 해안의 이용에서도 다소의 불편을 수용하여 파랑의 영향범위 내의 설치는 피하거나 규모를 최소화하고, 시설에 파랑의 영향으로 붕괴·파손되지 않도록 해야 한다.

침식대책은 파랑을 강하게 막는 행위가 아닌 침식문제가 발생한 표사불균형 현상을 해소하는 대책이어야 한다. 그렇지 않고 파랑을 강하게 막을 평면배치를 하면 그 대책시설로 인해 새로운 변화(침식문제)가 발생한다. 또한, 침식대책은 “침식대책 효과”라는 핵심 목적보다는 “경관훼손 방지”와 같은 부가적 목적이 우선시 되어서는 안 된다.

그리고 침식문제 발생원인에 대해서도 고파랑화라든지 해수면상승과 같은 ”자연탓”으로 돌리면 개발행위가 정당화되고, 침식대책이 왜곡될 가능성이 높아진다. 지금 눈앞에서 발생하는 해안침식의 문제는 인간의 개발행위 과정에서 발생하는 인위적인 행위의 결과임을 분명히 할 때 개발단계에서부터 침식발생 완화대책을 병행하게 되고, 침식대책 또한 침식원인 해소를 우선하는 계획수립이 가능해진다.

고파랑화나 해수면상승이 직접적인 침식문제의 유발원인이라면 지금과 같은 해안개발은 모순이며, 지금의 침식대책과 대처방법은 미봉책이 될 수 있다. 고파랑화나 해수면상승이 향후 언젠가는 직접적인 원인이 될 수는 있기 때문에 그때를 대비한 지금과는 다른 대처방안 연구 등이 필요할 것이라 생각된다.

끝으로, 동해안의 해안침식 문제를 완화하기 위해서는 그동안 어떤 과정을 통해 침식문제가 발생했고, 이 과정에서 왜 대처를 못했는지 그리고 침식문제 발생 후 침식대책이 합리적인 방법으로 계획 및 관리(사업의 효과 확인을 위한 사후 모니터링 등)가 제대로 이루어졌는지 등 방대한 내용을 짧은 시간 내에 충분히 설명드리지 못한 점에 대해서는 양해를 구합니다.

이번 발표가 지금까지의 시행착오를 끊고 좋은 모래해안을 유지하는 계기가 되어, 현재 급증하는 해양 레저활동과 안전한 해수욕장 이용 그리고 보전 가치가 높은 해안사구 등의 보전에 도움이 되길 기대합니다.

동해안 석호는 어떤 상황인가?

윤이용[1]
[1]가톨릭관동대학교 바이오융합공학과

요 약

본 연구에서는 동해안 석호의 형성과 최근 20세기 동안 석호 경관의 변화에 대하여 고찰하고 최근 동해안 석호의 수질, 생태학적 변화 과정에 대한 자료를 수집하여 정리하고자 한다. 1만8천년전 우리나라는 지금보다 해수면이 100미터 이상 낮아 동해안 지역도 육지였다. 빙하기가 끝나고 간빙기가 되면서 해수면이 상승하여 해안가의 낮은 지형으로 바닷물이 밀려들어오게 되고 연안류는 하천이 운반해 온 모래를 해안선을 따라 길게 퇴적시켜 모래톱이 형성되었다. 바다의 파도는 모래톱의 모래를 육지쪽으로 이동시켜 사취를 형성했으며 사취가 점점 자라서 맞은 편의 육지와 만나 사주가 되고, 사주에 의해 바깥쪽 바다와 분리되어 오늘날의 석호가 형성되었다(천재학습백과). 오늘날 동해안 석호의 특징은 해수와 담수가 섞인 독특한 형태의 기수호이며, 석호의 물이 바다로 유출되는 협소한 출구를 통해 간헐적으로 해수가 호수내로 유입되거나 사주층을 통해 해수가 유입된다. 따라서 해수의 부정기적인 유입으로 석호내 물리,화학적 변동폭이 커 불안정한 환경을 유지하며, 표층보다 저층에서 염분농도가 높게 형성된다. 자연적인 천이과정으로 점차 늪지화, 육지화가 진행되나 일부 석호의 경우 각종 개발사업으로 육지화 진행속도가 가속화되고 있다. 수체의 교환이 활발하게 일어나지 않는 매우 정체된 수역으로 오염물질의 유입과 유입수 부족으로 수질오염의 지속적인 악화현상이 관찰되어 지자체별로 석호의 수질개선사업을 진행해 오고 있다.

1. 20세기 경관 변화(대한지리학회지 제43권 제4호, 2008)

면적은 송지호(0.56km2, 92%), 화진포(2.06km2, 90%), 영랑호(0.96km, 86%), 향호(0.32km2, 76%), 경포호(0.90km2, 52%), 매호 (0.14km2, 50%), 광포호(0.07km2, 32%) 순으로, 호안길이는 화진포(11.90km, 100%), 향호(3.34km, 90%), 영랑호(7.21km, 89%), 경포호(7.11km, 79%), 송지호(5.56km, 79%), 광포호(1.16km, 62%), 매호(2.16km, 58%) 순으로 보존되고 있다. 따라서 20세기 동해안 석호의 경관 변화 특징은 화진포, 향호, 영랑호, 송지호는 보존이 잘 되었으나, 경포호, 광포호, 매호는 크게 축소되었다. 금세기에 이르러 경지확대를 위한 매립과 개발사업이 심각하게 진행되면서 석호면적은 크게

축소되고 경관이 변하였다. 경포호, 매호, 광포호는 경관 변화가 컸는데, 특히 매호, 광포호와 같이 소규모 석호일수록 변형과 파괴가 심하였고, 경포호는 도시화와 관광산업을 위해 인공호수로 바뀌었다. 21세기 최근 20년 동안에는 영랑호와 경포호의 호안 정비사업으로 인하여 가장 변화가 크며, 20세기말까지 보존이 잘 된 영랑호는 최근 "영랑호 생태탐방로 조성사업" 등으로 호수를 가로지르는 부교가 설치되고 도류제와 호수 전 구간의 차량 통행로가 만들어져서 인공호수화되어 가고 있다.

2. 석호의 수질환경 변화

기 확보된 수질 자료중 1996년 석호의 수질 환경이 가장 안 좋았으며 이후 각 지자체별 수질개선 사업으로 수질환경은 개선되고 있다. COD의 경우 시기별 계절별 변동폭이 큰 편이며, 2000-2009년 사이 화진포와 경포호는 감소추세인 반면, 송지호는 증가추세이고 영랑호는 큰 변동이 없었다. TP의 경우 화진포와 송지호는 큰 변화없이 부영양 상태를 유지한 반면 영랑호는 증가, 경포호는 감소추세로 과부영양 상태였다. TN 은 모두 감소추세이며, 경포호의 감소폭이 가장 크고 영랑호의 감소폭이 가장 적었다. 그후 실시된 지속적인 수질개선 사업으로 영랑호와 경포호의 수질은 개선 효과를 보이고 있었다.

3. 석호의 생태환경의 변화

3.1 동해안에 도래하는 계절별 조류실태

동해안 석호는 이동하는 철새들의 이동경로 뿐만 아니라 여름철새들의 좋은 번식지로서 자연환경을 제공했었다. 특히, 동해안의 대표적인 철새도래지인 속초의 청초호와 강릉 경포호는 철새 등의 월동과 이동경로로 좋은 서식환경이었다. 이곳은 우리나라에 찾아오는 습지 조류의 거의 모두를 볼 수 있는 곳이며 매년 봄 가을 겨울은 오리와 도요새류 물때새류, 갈매기류를 가장 근접하여 볼 수 있는 곳이었다. 그러나 현재 청초호는 이미 석호로서의 생태적 기능 보다는 항구로 변모해 있으며, 경포호는 최근 도시화와 관광지역으로 인공호수화되었으나 생태습지 및 유수지(가시연습지)를 조성하여 생태복원 및 수질개선 효과를 보고 있다. 영랑호도 20세기 말까지 잘 보존된 석호에 분류되었으나 최근 생태탐방로 조성사업 등으로 석호 고유의 생태적 기능이 소실되어 가고 있다. 영랑호는 네츄럴파크의 자연형 석호로 존속될 수 있도록 관리할 것을 강조하였으나 인공호수화되어 가는 듯 하다.

3.2 석호의 동물상

기수호의 동물은 대부분 그 기원이 바다이다. 염분 농도 약 5 ppt에서 기수호의 동물은 담수산과 해산이 절반씩 분포하는 것으로 알려져 있다(Nybakken, 1982). 염분 농도가 이보다 높아지면 담수산 동물이 급격히 사라지고 대부분 해양성 동물로 채워진다. 이는 해양 동물 중에서 저염분을 견딜수 있는 특수한 동물이 기수호에 산다는 의미이다. 기수호는 수온, 염분, 용존 산소 등 환경 요소의 변화 폭이 매우 크기 때문에 수생동물에게는 극적인 환경이며, 이러한 특수 환경 속에서 살 수 있는 해양 동물의 종류는 많지 않다. 그러나 일단 기수호의 특수한 환경 속에서 생존이 가능한 동물은 시기에 따라 주기적으로 특정 동물의 대번식이 기수호 안에서 일어날 수 있다. 실례로 20세기 경포호에서 섬모충류의 대번식으로 미생물 적조나 초여름의 곤쟁이 대번식, 화진포나 송지호의 곤쟁이나 새우류 대번식이 있다. 또한 가혹한 환경 변화로 어류들의 폐사도 종종 보도된다.

4. 결언

호수형 석호중 청초호는 이미 석호의 생태적 기능보다는 항만으로 개발되고 있고 경포호는 도시화와 관광개발로 인공호수화되어 가고 있다. 영랑호는 20세기말 까지는 잘 보존된 석호였으나 지금은 석호 고유의 기능 보다는 관광, 위락용으로 변해가고 있다. 영랑호는 자연형 석호의 형태로 잘 관리하는 것이 생태자원 뿐만 아니라 관광자원으로서도 더 가치가 있을 수 있었다. 그 외 아직 석호의 고유기능을 유지하고 있는 화진포, 송지호, 향호, 매호 등은 석호 고유의 모습으로 유지될 수 있도록 잘 관리되어야 한다. 호습지형도 더 이상 축소되지 않고 그대로의 모습으로 잘 유지될 수 있도록 관리되어야 할 것이다.

영랑호는 어떻게 변해왔나 - 영랑호의 과거와 오늘

엄경선
전 속초문화원 향토사연구위원

요 약

우리나라 동해안에는 북한 지역을 빼고 모두 18개의 석호가 있다. 우리나라에서 자연호수는 동해안 석호가 거의 유일하다. 영랑호는 동해안 석호 중 면적이 고성 화진포에 이어 두 번째로 큰 석호로 8천년쯤에 생성되었다.

영랑호는 속초시 영랑동과 동명동, 금호동에 위치하고 있으며 유역면적은 10.28㎢, 호소면적 1.02㎢, 수변길이 7.5㎞, 평균수심 4.1m, 최대수심 8m이다. 영랑호 하구는 1990년대 중반부터 수질 개선을 위해 강제로 터서 모래를 파내 바닷물을 유입시켰으며, 2010년에는 항구적인 도류제를 설치해 항상 해수가 유입되고 있다. 호수 주변은 지난 1976년 유원지로 지정되어 리조트와 골프장 등 관광레저시설이 들어서 있다.

환경부에서 환경정책기본법에 근거하여 국토의 환경적 가치를 평가하여 등급으로 표시한 평가지도인 국토환경성평가지도(https://ecvam.neins.go.kr)에 영랑호는 보전가치가 가장 높은 1등급 지역으로 나온다. 영랑호는 우리나라 동해안 대표적인 철새도래지로 원앙 · 수리부엉이 · 수달 · 가시고기 등 천연기념물과 멸종위기종 생물을 비롯해 다양한 종의 어류와 조류, 동식물이 서식하고 있으며, 멸종위기 2급 큰고니를 비롯해 다양한 철새가 날아와 해마다 환경부에서 전국 조류동시센서스를 실시하는 곳이다. 또는 호수 서편 송림 일대에 백로와 왜가리의 집단서식지가 있다.

영랑호는 그 이름이 신라 화랑 영랑에서 비롯되었다. 고려말 안축은 경기체가 관동별곡을 시작으로 시인묵객들의 시와 기행기에 영랑호 탐방기록이 남아 있다.

조선후기 일부 지도에는 영랑호 동쪽 호수와 바다 사이에 통행로가 있으며, 일제강점기 때인 1918년에 발간된 5만분의 1 실측 지형도에는 호수 하구 모래사장 위로 원산-양양 2등도로(지금의 7호선 국도)가 지나가고 있다. 1937년 12월 동해북부선 간성-양양구간이 개통되어 철로가 개설되었다.

영랑호는 고대 한반도의 기후변화와 식생 연구에 중요한 위치를 차지하고 있다. 지난 1978년 한국과 일본의 합동조사대가 영랑호 바닥의 퇴적층(12m 깊이)에서 나온 꽃가루를 통해 우리나라에서 가장 긴 시간(17,000년)에 걸친 식생대를 확인하고, 10,000~6,700BP에 우리나라 기온이 급속히 온난해졌음을 밝혀냈다.

영랑호의 이용과 개발은 일제강점기 때부터 시작되었다. 1927년과 1928년 영랑호에 공어(公魚, 빙어)알 3백만개를 부화해 방류해 다음해인 1929년 빙어를 어획했지만, 이후 빙어양식은 지속되지 않았다.

1937년 12월 동해북부선 간선-양양간 42.6㎞ 구간이 개통되어 속초역이 들어선 이후 인근 영랑호 해변에는 캠핑장이 개설되었고, 영랑호는 설악산 탐방로 초입구간으로 세상에 알려졌다. 탐방단은 서울에서 밤에 기차를 타고 오전 10시경 속초역에 도착해 영랑호를 거쳐 설악산

탐방에 올랐다.

1951년 6월 한국전쟁 중에 수복된 영랑호는 고향을 북에 두고 온 월남실향민을 비롯해 속초 주민 모두가 즐겨찾는 휴식처였다. 1954년 2월 결빙된 영랑호에서 열린 전국스피드스케이팅선수권대회에 국가대표선수를 비롯해 전국대회 성적 우수자 27명이 참가했다. 인근 주민들은 겨울철이면 결빙된 영랑호에서 얼음지치기를 했다. 인근 주민들은 영랑호에서 낚시를 즐겨 가물치와 잉어, 붕어 등을 잡았다. 여름이면 영랑호에 멱을 감으러 물속에 들어갔는데 말풀(수초)에 휘감겨 인명사고가 나기도 했다. 영랑호 인근 보광사 솔밭은 초등학생 소풍장소로 인기가 높았으며, 수복 직후인 1950년대부터 영랑호에서는 유선을 타고 노를 저으며 뱃놀이를 즐길 수 있었다. 1974년 동방원양이 내수면개발사업으로 영랑호를 독점하게 되면서 30여척의 유선(보트)가 모두 사라졌다.

1973년 영랑호에 인접한 고성군 토성면 사진리와 장천리가 속초시로 편입되면서 영랑호의 관할권도 속초시로 넘어왔다. 영랑호는 조선시대 이후 수백년 동안 간성군(고성군) 관할이었다. 이때부터 영랑호 접근권과 수질오염 책임을 둘러싼 시민과 업체의 갈등이 시작되었다.

1973년 수산관련 기업을 통해 내수면을 개발하라는 대통령의 지시에 따라 동방원양에서 영랑호에 대한 개발계획을 제출해 다음해인 1974년 3월 8일 망책식 양식어업이 면허되었다. 이에 따라 영랑호 수면과 주변 부지는 동방원양이 독점하게 되었다. 동방원양은 그해 8월부터 영랑호 내수면 개발에 착수해 가두리 양식장 시설을 만들어 잉어 등 민물고기를 기르기 시작했다. 동방원양은 기존의 양식어업이 만료된 1984년 5월 24일 조방방식의 면허를 받아 영랑호 내수면개발권을 다시 10년 연장했다.

동방원양은 처음부터 민물고기 양식장과 낚시터 조성만을 목적으로 하지 않았다. 면허권을 확보한 1974년부터 동방원양은 영랑호 주변에 레저사업을 할 목적으로 대규모 부지 매입에 나서 호수를 둘러싼 주변 토지를 대부분 확보했다. 1976년 9월 21일 강원도는 동방원양의 영랑호 레저사업 추진을 위해 영랑호 일대를 도시계획시설 유원지시설지구로 지정 고시했다.

반면 이 무렵 동해안의 주요 석호가 세계적인 희귀종인 혹고니를 비롯한 철새 도래지임이 알려지면서 보호조치가 시작되었다. 1977년 5월 20일자로 강원도는 『야생조수보호 및 수렵에 관한 법률』에 의거해 속초의 영랑호와 청초호를 비롯해 동해안 9곳의 석호를 철새보호구역으로 지정했다. 그러나 이는 형식적인 보호조치에 불과했다.

1977년 동방원양 자회사인 동방호산개발공사가 설립되어 영랑호변에 레저타운과 유원지를 조성하는 사업이 본격적으로 시작되었다. 동방호산은 1983년 별장식 빌라콘도 61실을 지어 분양하고 골프장 4홀을 준공했다. 콘도시설과 함께 대규모 야외수영장도 함께 지었다. 1개의 건물을 10명에게 고가로 분양할 수 있는 콘도시설을 지어 분양에 성공한 동방호산은 타워형 콘도도 지을 계획을 세웠다. 하지만 1980년대 중반 이후 원양업계의 사양화되면서 모기업인 동방원양이 어려움에 빠지자, 1989년 7월 영랑호 관리권을 포함한 레저사업을 모두 한일그룹으로 매각했다. 이후 한일레저개발에 이어 사업을 떠맡은 한일합섬 레저사업본부가 1996년 7월 20층 200실 규모의 타워콘도를 준공하고 10월에는 골프장 5개 홀을 증설했다. 레저시설은 다시 2007년 ㈜동양리조트로 넘어갔다가 2012년 6월 신세계그룹이 주식 392억여원을 사들여 인수했다.

1974년 동방원양으로 넘긴 영랑호 관리권은 20년만인 1994년 5월 23일 양식어업 면허기간이 만료되어 다시 속초시민의 품으로 돌아왔다. 관리권이 넘어오기 전 영랑호 관리권을 갖고 있는 한일레저는 해마다 속초시에 영랑호 임대료 3,969만원을 내고는 철책을 두른 낚시터를 콘도 회원이나 투숙자에게만 개방하고 속초시민에게는 하루에 1만5천원을 받고 입장시켰다.

영랑호 수면뿐만 아니라 주위 토지도 모두 특정업체의 독점 소유이다. 한일레저개발이 인수할 무렵인 1990년 매입토지 규모는 유원지지구 83만5천㎡이며, 이중 절반이 넘는 49만6천㎡의 부지가 1990년 5.8조치로 대기업 비업무용토지로 판정되었다. 당시 일부 매각이 되었지만, 지금도 여전히 영랑호 주변 대부분 토지는 특정기업이 독점하고 있다.

20년 만에 속초시민의 품으로 돌아온 영랑호는 그야말로 만신창이가 되어버렸다. 1991년 영랑호는 세계잼버리대회 수상활동장소로 지정되었으나 수질악화 때문에 장소가 변경되는 수모를 겪은 바 있었다. 그리고 1992년 지역신문에서는 영랑호 수질이 COD(화학적 산소요구량)가 13.3mg/L에 이르러 가장 나쁜 수질등급인 5급수를 기록했다고 보도했다.

최악에 이른 영랑호 수질개설을 위해 속초시는 1993년 9월 영랑호 수질오염 방지 설계를 세웠다. 속초시는 영랑교에서 한일레저 진입로까지 시유지에 설치된 철책을 모두 제거하고 범바위 뒤쪽에 무료낚시터를 운영할 계획을 세웠다. 영랑호로 유입되는 오염원인 생활하수는 하수종말처리장 건립을 통해 모아서 배출할 예정이었다. 급한 대로 바닷물이 영랑호로 들어오도록 1994년 그해 영랑호 하류에 설치된 수문을 철거하고 모래를 제거했다.

그러나 영랑호 개방은 또 다른 오염을 가중시켰다. 관리권 회수 이후 몰려든 낚시꾼들이 호수에 떡밥을 뿌려대고 호숫가에 오물을 함부로 버려 영랑호변 일대가 온통 쓰레기장이 되고 말았다. 결국 개방 2개월만인 1994년 7월 15일 속초시의회에서 영랑호 낚시 금지를 결정하고 불법 낚시단속을 강화했다.

영랑호 주변 레저시설의 오폐수 방류도 여전히 계속되었다. 1997년 여름에는 속초시의회 현장조사에서 영랑호 별장콘도 정화조가 제대로 가동되지 않아 분뇨가 그대로 영랑호로 유입되는 걸 적발했다. 호수변 30여 채 단독 콘도의 오수도 정화시설 없이 20년 이상 영랑호로 유입되고 있었고, 야외수영장 샤워장의 비눗물도 그냥 영랑호로 흘러 들어갔다.

속초시의 자료와 언론보도를 통해 확인된 내용을 종합하면 지난 1993년부터 2020년까지 영랑호 정화사업에는 총 5백24억여원이 투입되었다.

1994년 여름부터 영랑호 하구 인근 주민들은 하루살이와 비슷한 '깔따구'가 불빛을 보고 떼거리로 몰려들어 한여름 밤에도 창문도 열어놓지 못했다. 아무리 연막소독을 거듭해도 깔다구는 쉽게 사라지지 않았다. 다음해인 1995년 5월부터 다시 깔따구가 기승을 부리기 시작하자 급기야 국립보건원이 현지 조사까지 벌였다. 1995년 5월 27일 속초시의 모든 공무원이 동원되어 영랑호 깔다구 소탕작업을 벌였다. 영랑호 깔다구 소동은 1997년까지도 계속 되었다.

1993년부터 시작된 영랑호 수질개선 사업은 호수 준설과 하수차집관로 개설, 친환경 수변공간 조성과 호안정비로 진행되고 2008년부터 2012년까지 해수 유입을 위한 도류제 설치로 1차 사업이 마무리되었다. 이러한 개선사업으로 영랑호 수질은 상당히 개선되었지만, 2008년 여름부터 해마다 영랑호에서는 녹조현상과 물고기 떼죽음 등이 반복되었다.

사 업 명	기 간	금 액 (백만원)	특 기 사 항	
영랑호 정화사업	1993 ~ 2006	26,917	- 준설, 침사지, 자연수변 조성, 호안정비 등	
			국비	1,488
			양여금	15,784
			도비	4,187
			시비	5,458
영랑호변 하수 차집 관거 시설사업	1999 ~ 2002	9,715	총 8,143m	
영랑호 퇴적방지 시설 사업	2008.10 ~ 2012.2	9,000	해수순환을 위한 도류제 설치	
영랑호 습지복원사업	2011 ~ 2015	6,000	국비	4,200
			도비	540
			시비	1,260
산불피해복구사업	2019 ~ 2020	778	생태습지복구	453
			영랑호주변 소나무 및 생태관찰데크 복구	325
		52,410		

2011년 도류제가 완공되어 영랑호의 수질은 많이 좋아졌지만 해수유입으로 기존에 영랑호에 살고 있는 잉어 등 민물고기들이 해수를 피해 영랑호 상류로 몰려들었다. 결국 2013년부터 2015년까지 영랑호 상류 장천천 옆에 담수성 어류 생태피난처와 습지공원을 조성했다.

지난 74년부터 20년 동안 영랑호 내수면개발과 레저사업 등으로 영랑호는 생명이 살 수 없는 죽음의 호수라는 이야기까지 들어야만 했다. 이 죽음의 호수가 최소한의 수질과 시민들이 즐길 수 있는 쾌적한 유원지 환경을 갖추는데 무려 30년이라는 기간 동안 5백억원 이상의 사업비가 들어갔다.

2021년 10월 속초시는 호수 한가운데를 가로지르는 부교를 영랑호 물 위에 시설하면서 지난 1백년간 유지해온 영랑호 경관을 한 순간에 바꾸어 놓았다. 영랑호를 살리려는 많은 시민들의 반대에도 불구하고, 사업에 대한 충분한 사전 평가와 검증과정 없이 설치된 부교 시설로 인해 지난 30년간의 영랑호 복원의 노력이 수포로 돌아갈 수도 있다. 비록 시설물이 들어서기 전에 충분히 검증하지 못했지만, 시설물 설치에 따른 사후 영향을 제대로 진행해서 시설물 존치 여부를 다시 결정해야 한다.

겨울철, 영랑호는 왜 반쪽만 얼었나?

김종규[1,*], 김양오[1], 이황기[1]
[1]전남대학교 조선해양공학과

요 약

본 연구에서는 겨울철 영랑호를 가로지르는 길이 400m의 부교를 중심으로 서측 표층수만 결빙된 원인을 검토하기 위하여 물리환경조사와 수치모형실험을 수행하였다.

물리환경조사는 영랑호 입구부와 부교 동측, 서측의 세 관측점에서 수온·염분, 유속 및 파랑을 관측하였다. 수온· 염분 관측결과, 부교주변에서 수온이 높게 나타났고, 염분은 부교 서측에서 낮게 나타났다.

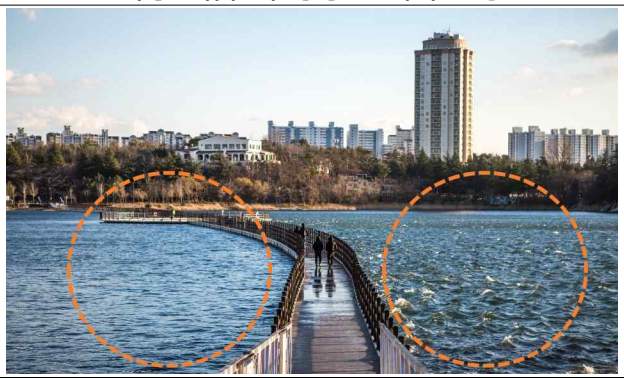
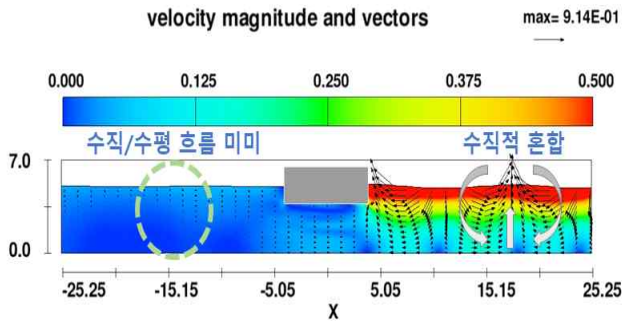
유속은 영랑호 부교의 동측에서 관측하였으며, 조석 영향보다 바람 등의 외력에 의한 흐름으로 파악되었다. 파랑 또한 바람의 영향이 큰 것으로 파악되었으며, 부교의 동측은 최대파고가 50cm로 나타났으며, 부교의 서측은 최대파고가 3.3cm로 큰 차이를 나타내었으며, 이는 부교에 의한 저감효과를 반영한 것으로 파악되었다.

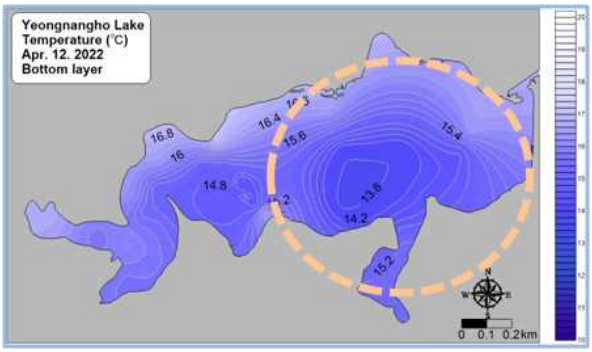
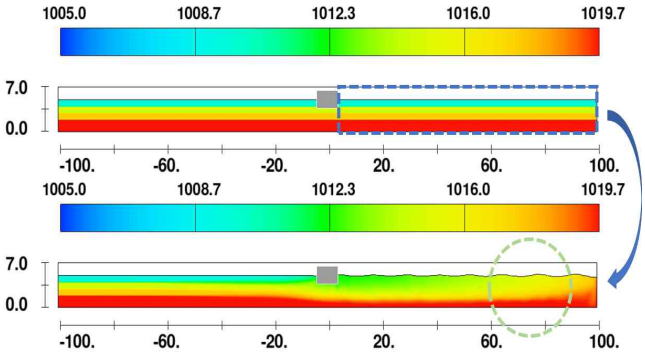
전산유체역학(Computational Fluid Dynamics) 수치모형실험의 경우, 기존 관측결과와 금회 현장관측자료를 바탕으로 수심에 따른 수온과 염분을 밀도로 환산하여 성층화된 초기 모델조건을 구성하고 영랑호 입구부에서 파랑 내습 시를 가정하여 수치모형실험을 수행하였으며, 그 결과 영랑호 부교의 영향으로 인한 파랑 및 유속 전달 저감효과를 확인할 수 있었다.

또한, 수직적 밀도분포는 영랑호 부교 동측은 해수 유입 및 내습 파랑에 의해 표층부터 저층까지 연직혼합이 상대적으로 강하게 나타났으나, 영랑호 부교 서측은 연직혼합이 미미하게 발생하는 것으로 분석되어 겨울철 영랑호 부교 동측에 비해 영랑호 부교 서측에서의 어는점이 더 높았을 것으로 판단된다.

아울러 추후 세밀한 현상 파악을 위하여 수심측량, 하계 및 동계 물리환경조사 및 수치모형실험 등의 지속적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

< 봄철(4.12) 관측 및 조사와 수치해석 결과의 비교 사례 >

파랑 내습 시 영랑호 내측 현황	파랑 내습 시 수치모형실험 결과 - 흐름 분포도
	

수온 현장관측결과	파랑 내습 시 수치모형실험 결과 - 밀도 분포도
	

[별표 1] 해양과학기술 지원(자문) 신청서

< 신청자 >

성 명	신 창 섭	(영문명)	shin chang shup
소속/직책	설악투데이/대표		
연락처		이메일주소	
주소	강원도 고성군		

< 지원(자문) 신청 내용 >

분 야	(1)해양과학, (2)해양기술, (3)해양정책, (4)기타( )
내 용 (필요시, 파일 첨부)	< 동해안 침식을 방지하거나 완화하는 방법 > 동해안 침식이 심각하게 진행되고 있습니다. 본 지(설악투데이)가 보도한 바와 같이 해안침식은 매년 심화되어 연안 주민들의 거주와 활동을 위협하고 있습니다. 오래 전부터 지금까지 해안침식에 대한 모니터링을 수행해 오고 있는 것을 현장에서 보고 있고, 발표되고 있습니다만 이를 바탕으로 침식을 방지하거나 완화했다는 결과 발표는 아직 들려 오고 있지 않습니다. 동해안 침식을 방지하거나 완화하는 방법을 강구해 주시기 바랍니다. 고성군 천진.초도등 해안침식 심각 지역 실태점검 - 설악투데이 (srtoday.co.kr) 고성군 가진해변 연안침식 '심각' 수준..해수부 실태조사 결과 - 설악투데이 (srtoday.co.kr) 심각한 해안침식으로 위험한 고성군 해안가 - 설악투데이 (srtoday.co.kr) 절벽처럼 변한 백사장...거진 상떼빌 아파트에서 반암가는 해변 아찔 - 설악투데이 (srtoday.co.kr)
희망자	

상기와 같이 해양과학기술협의회에 지원(자문)을 신청합니다.

2022 . 07. 03

신청인 : 신창섭

(사)해양과학기술협의회장 귀하

[별표 1] 해양과학기술 지원(자문) 신청서

< 신청자 >

성 명	김 성 미	(영문명)	KIM SUNGMI
소속/직책	영랑호를 지키기 위해 뭐라도 하려는 사람들/대표		
연락처		이메일주소	
주소	속초시		

< 지원(자문) 신청 내용 >

분 야	(1)해양과학. (2)해양기술. (3)해양정책. (4)기타( )
내 용 (필요시, 파일 첨부)	< 영랑호는 왜 반쪽만 얼었을까요? > 겨울철 동안 대표적인 동해안 석호인 영랑호에 믿기 힘든 현상들이 나타났습니다. 영랑호 호수윗길로 부교를 설치한 후에 부교의 상류(서)측만 어는 현상이 나타났습니다. 하류(동)측은 얼지 않았다는 의미입니다. 왜 이런 현상이 일어 났는지? 이러한 현상이 환경변화에 암시하는 것은 무엇인지? 이런 현상을 없애거나 줄일려면 어떤 방법들이 있을지? 알려 주시기 바랍니다.
희망자	전남대 김종규 교수 등

상기와 같이 해양과학기술협의회에 지원(자문)을 신청합니다.

2022 . 07. 04 .

신청인 : 김 성 미 (인)

(사)해양과학기술협의회장 귀하