

낙동강하구 대저대교 최적노선 추진 범시민운동

출범식 및 토론회

2021. 8. 23(월) 오후 3:00~5:30

▶ 부산광역시의회 대회의실(2층)

주 최 부산광역시의회 이성숙 의원실



낙동강하구 대저대교 최적노선
추진 범시민운동본부

큰고니에게
4km를!

큰고니와
낙동강하구를
지켜주십시오!

낙동강하구 대저대교 최적노선 추진 범시민운동본부

출범식 및 토론회

2021. 8. 23(월) 오후 3:00~5:30

▶ 부산광역시의회 대회의실(2층)

발제 1 이수동 교수 (경상국립대학교)

대저대교 노선 선정을 위한 겨울철새
공동조사의 결과와 의미

발제 2 홍석환 교수 (국립부산대학교)

교량 건설과 서식지 파편화가 큰고니
서식에 미치는 영향

토론 및 질의 응답

contents

큰고니에게
4km를!

큰고니와
낙동강하구를
지켜주십시오!



인사말

06

오문범 (낙동강하구 대저대교 최적노선 추진 범시민운동본부 공동대표)
(부산YMCA 사무총장)

경과보고

07

출범선언문

08

범시민운동본부 발기 참여 단체 명단

10

발제 1 이수동 교수 (경상국립대학교)

12

대저대교 노선선정을 위한 겨울철새 공동조사의 결과와 의미

발제 2 홍석환 교수 (국립부산대학교)

16

교량 건설과 서식지 파편화가 큰고니 서식에 미치는 영향

참고 자료

- I. 대저대교 노선선정을 위한 겨울철새 공동조사 결과 요약
- II. 대저대교 노선선정을 위한 겨울철새 공동조사 조사위원회 종합의견서
- III. 환경청 발송 공문, '겨울철새 공동조사평가 결과 대저대교 대안노선 통보'
- IV. (논문)낙동강하류 교량간격에 따른 큰고니 월동개체수 차이 연구

최적노선채택 범시민운동본부를 출범하며

오문범 | 낙동강하구 대저대교 최적노선 추진 범시민운동본부 공동대표
(부산YMCA 사무총장)

환경을 지키고 보존한다는 것은 미래를 지키는 일입니다. 그러나 이 너무도 당연해 보이는 명제가 우리가 사는 도시에서는 잘 지켜지지 않습니다. 편리성과 효율성이라는 전제 앞에 미래를 위해 지켜야 할 환경은 아무렇지 않게 희생 되어버리기 일수입니다. 아마도 우리가 지켜야 할 환경의 가치는 번듯한 대교와 그 위를 넘실거리는 차량들로 인해 당장 드러나지 않기 때문일 것입니다.

사람들은 흔히 환경단체는 무조건 반대한다고 말합니다. 340만이 살아가는 거대도시에서 우리가 지켜야 할 환경보다 사람이 살아가는 환경이 더 중요하다고 말합니다. 그런 이유로 해안과 산이 파괴되고, 바다는 매립되어 초고층의 빌딩숲으로 채워져 갑니다. 환경은 그저 우리의 삶을 빛나게 해 줄 악세사리 그 이상도 이하도 아닌 것입니다. 하지만, 코로나 팬데믹을 맞아 사람들은 말합니다. 엄청난 폭염과 폭우가 반복적으로 나타나는 재앙 앞에 자연이 인류를 향해 던지는 메시지를 분명히 깨달아야 한다고 말합니다. 망가진 자연을 되돌리려면 대교 하나 건설하는 비용으로는 턱도 없습니다. 떠나버린 철새가 돌아올 환경을 회복하기 위해서 우리는 얼마의 시간을 기다려야 할지 예측조차 할 수 없습니다.

환경단체는 무조건 반대하는 것이 아니라 최소한의 인간과 자연의 조화를 위해 이 만큼은 남겨두자고 말하고 있는 것입니다. 대교를 조금만 우회하면, 철새와 사람, 환경과 도시가 어루러 살아갈 수 있는 방법이 있기 때문입니다. 사람이 조금만 불편하고, 우리가 얻을 이익을 조금만 낮춘다면, 대안이 있기 때문에 그 방법을 선택하자는 것이 우리의 의견입니다. 오늘 우리는 최적노선채택을 위한 환경시민사회 연대체를 출범시킵니다. 반대가 아닌 상생을, 밀어붙이기가 아닌 대화를 통해 시민과 자연의 목소리를 귀담아 듣는 부산시의 행정이 되기를 기대하면서, 우리의 목소리를 낼 것입니다.

부디 이번 기회를 통해 부산시가 미래를 위해 과감히 현재의 속도를 조절할 수 있는 열린 행정의 도시임을 알리는 계기가 되기를 기대합니다.

감사합니다.

큰고니에게 4km를!

큰고니와 낙동강하구를 지켜주십시오!

경과 보고

낙동강하구 대저대교 최적노선 추진 범시민운동

2001년	7월 대저대교 엄궁대교 사상대교 등 입안 (도로노선 인정-광역시도, 부산광역시 공고 2001-353)
2016년	4월 전략환경영향평가 협의 완료
2018년	5월 낙동강하구문화재보호구역난개발저지시민연대 결성 (부산녹색연합, 부산환경운동연합, 습지와새들의친구(집행위 단체) 등 13개 단체) 6~8월 환경평가서 초안 공람과 주민설명회, 공청회 개최 등 주민 의견 수렴
2019년	2월 부산시 환경영향평가서 제출 (부산시를 앞으로, 6~7월처럼) 4월 낙동강하구지킴이전국시민행동(준) 발족 6~7월 부산시 환경영향평가서 보완, 재보완 제출 8월 14일 시민행동 거짓부실 환경영향평가서 작성 평가대행사 고발 8월 20일~9월 6일 거짓작성 환경영향평가서 부동의 촉구 농성 (낙동강유역환경청앞) 11월 7일 대저대교 환경영향평가 1차 거짓·부실검토전문위원회 개최.
2020년	5월 12일 환경영향평가서 환경질 분야 거짓작성 의결 6월 11일 환경영향평가서 거짓 작성에 따른 협의 반려 7월 16일 환경영향평가서 자연생태분야 거짓작성 의결 12월 3일 대저대교 겨울철새 공동조사 협약식
2021년	3월 31일 공동조사 완료 6월 25일 환경청 1~4위, 4개 대안노선 발표 (부산시에 1개 대안노선 택해 환경영향평가 재협의 요청) 7월 12일 낙동강하구 대저대교 최적노선 추진 범시민운동본부 추진 기자회견 8월 23일 낙동강하구 대저대교 최적노선 추진 범시민운동본부 출범

출범선언문

낙동강하구 대저대교 최적노선 추진 범시민운동본부를 출범하며, -난개발의 시대를 넘어 지속가능사회로 가는 것은 피할 수 없는 시대의 요청이다 -

낙동강하구는 난개발로 인한 자연 파괴의 상징과 같은 곳이다. ‘신이 내린 축복의 땅’, ‘동양 최대의 철새 도래지’로 일찍이 1966년 문화재보호구역으로 지정된 낙동강하구는 그동안 자연의 가치를 모르는 난개발시대의 대표적 희생양이었다.

부산시는 미국이나 일본이 억만금을 들여도 만들 수 없는 천혜의 갯벌을 매립해 주거단지와 공단을 만들었다. 전 세계적으로 진행된 이와 같은 난개발로 지구상 온전한 야생은 3%도 채 남지 않는 상황에 이르렀고, 이로 인한 코로나19 팬데믹과 기후위기로 인류의 미래 생존 자체가 위협받는 상황이 되었다. 우리 세대는 물질적으로 가장 풍요로운 시대를 열었으나 한편으로는 미래세대의 생존 자체를 불가능하게 만드는 파괴된 자연을 물려주는 세대가 되었다.

인류의 생존 자체가 위협받는 지금, 지속가능사회 건설은 피할 수 없는 시대의 요청이다. 이러한 시대적 상황에 부응하여 환경부는 지난 6월 25일, 낙동강하구 문화재보호구역을 관통하는 기존 대저대교 건설 노선의 큰고니 서식지 훼손 가능성을 인정하고 부산시에 4개의 대안노선을 제시하였다. 난개발로 치달려온 부산시의 도시계획 수정을 정식 요청한 것이다. 물론 4가지 대안 노선 중 일부는 부산시의 기존노선과 크게 다르지 않은 현실적 한계도 있으나 수정 요구 자체가 지속가능한 사회로 가고자 하는 고심의 일단이라 평가한다.

이제 대저대교 건설문제는 난개발사회로 남을 것인가 아니면 코로나위기와 기후위기를 넘어 지속가능사회로 향하는 문을 열 것인가를 가름하는 시대사적 의미를 지니게 되었다.

여기 모인 우리는 부산시민들과 부산시가 올바른 해답을 찾을 것이라는 분명한 희망을 갖고 오늘 낙동강하구 대저대교 최적노선 추진 범시민운동본부를 출범한다. 우리 시민은 촛불혁명을 통해 거대한 역사의 물줄기를 바로잡은 세계사적 모범을 창출한 바 있다. 부산시 또한 2030부산월드엑스포와 2023년 제28차 기후변화협약당사국총회(COP28) 부산유치 선언을 통해 세계의 모범이 되겠다는 의지를 표명한 바 있다.

낙동강하구 대저대교 최적노선 추진 범시민운동은 낙동강하구 문화재보호구역을 지키면서도 교통문제

를 가장 잘 해결할 수 있는 경제적이고 합리적인 최적 대안노선을 민관이 함께 찾아가자는 운동이다. 시민들과 부산시가 한자리에 마주 앉아 건강하고 합리적인 대화를 통해 기후위기와 코로나 팬데믹으로 암울한 시기에 큰 희망의 기운을 함께 창출할 수 있길 희망하며 아래와 같이 우리의 요청과 다짐을 밝힌다.

1. 범시민운동본부가 그 채택을 추진하고, 환경부가 2순위로 채택을 권고한 경전철근접안은 부산시가 대저대교와 함께 도시계획에 포함하여 추진하다 중단 의사를 밝힌 사상대교 건설 예정노선이다. 이 안은 기존의 개발지를 이용하여 최소한의 환경을 훼손하고, 서부산의 교통핵심지에 건설되어 최대의 교통편익과 경제성을 가지며, 기존의 부산시 도시계획에도 부합하는 대안이다. 부산시는 2030부산월드엑스포와 2023년 제28차 기후변화협약 당사국 총회 유치 선언을 통해 '더 나은 미래를 향한 세계 대전환' 과 지속가능발전을 선도하는 세계적 모범이 되겠다는 의지를 전세계에 피력하였다. 우리는 부산시가 최적노선 채택이라는 구체적 실천을 통해 그 의지의 진정성을 보여줄 것을 요청 드린다.
2. 범시민운동본부는 대저대교 최적노선 추진운동을 자연사랑 지역사랑 운동으로 인식하고 민관거버넌스를 통해 시민과 행정이 함께 최적 대안을 찾는데 최선을 다하는 자세로 임할 것이다. 우리는 부산시가 4가지 대안에 대한 검토내용을 공개하고 합리적 대안 마련을 위한 범시민이 참여하는 민주적 논의의 장을 조속히 마련할 것을 요청 드린다.
3. 범시민운동본부는 지속가능사회를 지향하는 시민사회의 뜻을 바탕으로, 전문성을 존중하며, 민관거버넌스와 관련한 각종 정보를 시민들과 적극 공유하고, 시민들의 의견을 최대한 존중하며 대안 마련에 나설 것임을 다짐한다.
4. 범시민운동본부는 대저대교 최적노선 추진운동을 부울경은 물론 전국적으로 확산시키고, 낙동강하구의 생태적 경제적 미래가치의 중요성을 알리고 다양한 형태의 시민문화운동으로 펼쳐나갈 것임을 천명하며 시민 여러분의 적극적인 동참을 요청 드린다. 천명하며 시민 여러분의 적극적인 동참을 요청 드린다.

2021년 8월 23일

낙동강하구 대저대교 최적노선 추진 범시민운동본부 출범식 참가자 일동

범시민운동본부 발기 참여 단체 명단

낙동강하구지키기전국시민행동(준)

- 낙동강하구문화재보호구역난개발저지시민연대 : 부산녹색연합, 부산환경운동연합 외 12개 단체
- 한국습지 NGO네트워크 : 강화도시민연대, 녹색연합 등 전국 46개 단체
- 환경과생명을지키는전국교사모임, 부산YWCA, 천주교부산교구정의평화위원회, 동부교육시민모임 등 전국 65개 단체

낙동강하구 대저대교 최적노선 추진 범시민운동본부 참여(가나다 순)

국제교육문화포럼, 국제다문화사회연구소, 기후변화대안센터, 민들레, 민주노총 부산본부, 민주시민교육원 나락한알, 부산생명의전화, 부산시민운동단체연대, 부울경이주민네트워크, 부산YMCA, 부산한살림, 부산환경교육센터, (사)자연의벗연구소, 생태정의교사행동, 인본사회연구소, 전국공무원노동조합부산지역본부, 전국교직원노동조합 부산지부, 조선학교와함께하는시민모임 봄, 지속가능공동체포럼

큰고니에게
4km를!

큰고니와
낙동강하구를
지켜주십시오!

토론회

발제 1 이수동 교수 (경상국립대학교)

대저대교 노선 선정을 위한 겨울철새
공동조사의 결과와 의미

발제 2 홍석환 교수 (국립부산대학교)

교량 건설과 서식지 파편화가 큰고니
서식에 미치는 영향

토론 및 질의 응답

토론자 이찬우 박사 (사단법인 경남생태관광협회 회장)
박중록 (범시민운동본부 공동집행위원장)
(습지와새들의친구 운영위원장)

참고 자료

- I. 대저대교 노선선정을 위한 겨울철새 공동조사 결과 요약
- II. 대저대교 노선선정을 위한 겨울철새 공동조사 조사위원회 종합의견서
- III. 환경청 발송 공문, '겨울철새 공동조사평가 결과 대저대교 대안노선 통보'
- IV. (논문)낙동강하류 교량간격에 따른 큰고니 월동개체수 차이 연구

발제 자료 1

대저대교 노선선정을 위한
겨울철새 공동조사 조사위원 의견서

이수동 교수 | (경상국립대학교)

1. 교량 간격 현황

- 표 1은 교량사이의 간격을 직선거리 기준으로 나타낸 것임. 교각간 거리는 부산김해경전철-서부산낙동교(5구간) 1.2km, 구포낙동대교-구포대교(2구간) 1.3km, 구포대교-중앙고속도로(삼락-대동(3구간) 1.4km, 화명대교-구포낙동대교(1구간) 2km로 2km 이하의 폭인 반면에, 대저대교가 예정되어 있는 중앙고속도로(삼락-대동)-부산김해경전철(4구간) 3.7km, 서부산낙동교-낙동강하구둑(6구간) 5.4km로 넓은 폭을 유지하고 있음. 중앙고속도로(삼락-대동)-부산김해경전철(4구간)의 경우 대저대교가 건설될 경우 각각의 구간이 1.7km, 2.0km로 분리됨과 동시에 폭도 좁아지는 것을 확인할 수 있음. 따라서 본 조사 및 분석 결과는 교량 사이 간격이 큰고니에 미치는 영향을 예측할 수 있고 이를 바탕으로 대저대교를 건설할 경우 큰고니의 월동에 미치는 영향 또한 추정할 수 있을 것으로 판단할 수 있음.
- 구간별 생태적 특성을 살펴보면, 모든 구간의 호안 자연성 정도, 둔치내 습지 존재 유무, 수면 폭, 도로 입지 등의 독립변수 상태는 유사한 것으로 판단됨. 이는 교량 사이의 간격을 큰고니의 서식에 결정적인 영향을 미치는 독립변수로 활용할 수 있다라고 판단할 수 있음.

표 1. 교각사이 거리(직선거리 기준)

구 간	거 리
1구간 화명대교 - 구포낙동대교	2km
2구간 구포낙동대교 - 구포대교	1.3km
3구간 구포대교 - 중앙고속도로(삼락-대동)	1.4km
4구간 중앙고속도로(삼락-대동) - 부산김해경전철	3.7km
중앙고속도로(삼락-대동) - 대저대교(예정)	1.7km
대저대교(예정) - 부산김해경전철	2.0km
5구간 부산김해경전철 - 서부산낙동교	1.2km
6구간 서부산낙동교 - 낙동강하구둑	5.4km

2. 구간별 큰고니 출현 현황

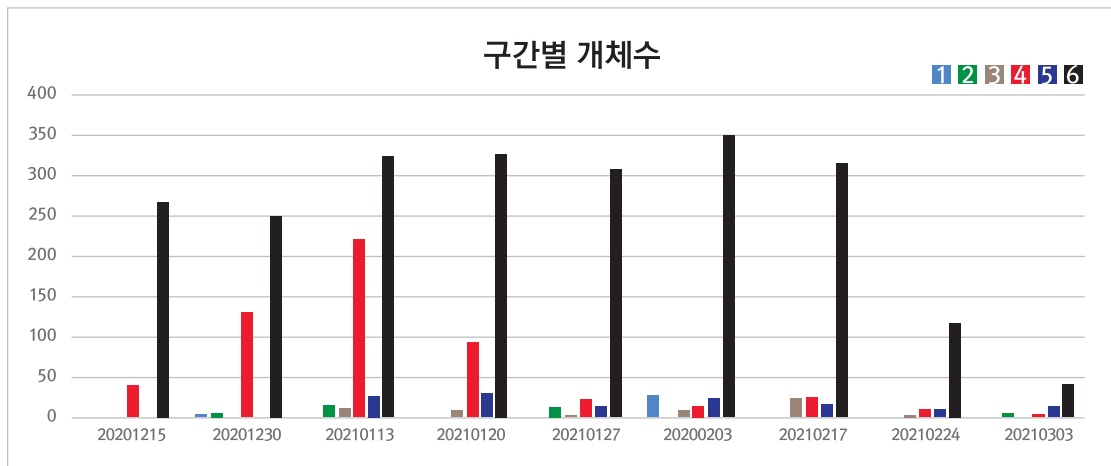
- 표 2는 시기별 큰고니 출현 개체수를 나타낸 것임. 월별로 중순과 말을 기준으로 정리하였고 1월의 경우 교란 시점을 중심으로 분석한 것임. 구간 길이가 2km 이하인 1구간, 2구간, 3구간, 5구간의 경우 교란 전과 후 모두 전체 개체수의 10% 미만이 출현한 것으로 분석됨.
- 구간 사이의 간격이 넓은 중앙고속도로(삼락-대동)-부산김해경전철(4구간 3.7km), 서부산낙동교-낙동강하구둑(6구간 5.4km)의 경우 1월 중순 교란 전까지는 전체 개체수의 약 95% 이상이 먹이활동 및 휴식처로 이용하는 것이 확인되었고 이후에도 약 90% 이상이 관찰됨. 다만, 교란 이후에는 4구간의 개체수는 줄어든 반면, 6구간의 이용률이 늘어난 것을 확인할 수 있음.
- 이러한 결과를 종합해보면, 각 구간의 호안 자연성 정도, 둔치내 습지 존재유무, 수면 폭, 도로 입지 등의 조건은 유사하기 때문에 교각 사이의 간격이 월동 개체수에 영향을 미친 것으로 판단할 수 있음. 월동 초기부터 후기까지 많은 개체가 출현한 4구간과 6구간은 낙동강 하구에 도래하는 큰고니의 핵심 서식처로 판단되며 보호의 필요성이 있음.

표 2. 구간별 개체수 및 개체비율 현황

조사일시	1구간	2구간	3구간	4구간	5구간	6구간	합계
2020. 12. 15	—	—	—	38 (12.5%)	—	266 (87.5%)	304
2020. 12. 30	4 (1.0%)	5 (1.3%)	—	129 (33.2%)	—	250 (64.4%)	388
2021. 01. 13	—	14 (2.4%)	11 (1.9%)	220 (37.0%)	26 (4.4%)	323 (54.4%)	594
2021. 01. 20	—	—	8 (1.8%)	92 (20.2%)	29 (6.4%)	326 (71.6%)	455
2021. 01. 27	—	13 (3.7%)	3 (0.8%)	22 (6.2%)	12 (3.4%)	305 (85.9%)	355
2020. 02. 03	26 (6.2%)	—	8 (1.9%)	14 (3.3%)	23 (5.5%)	349 (83.1%)	420
2021. 02. 17	—	—	23 (6.1%)	23 (6.1%)	16 (4.3%)	314 (83.5%)	376
2021. 02. 24	—	—	2 (1.4%)	10 (7.2%)	10 (7.2%)	116 (84.1%)	138
2021. 03. 03	—	5 (8.2%)	—	4 (6.6%)	12 (19.7%)	40 (65.6%)	61

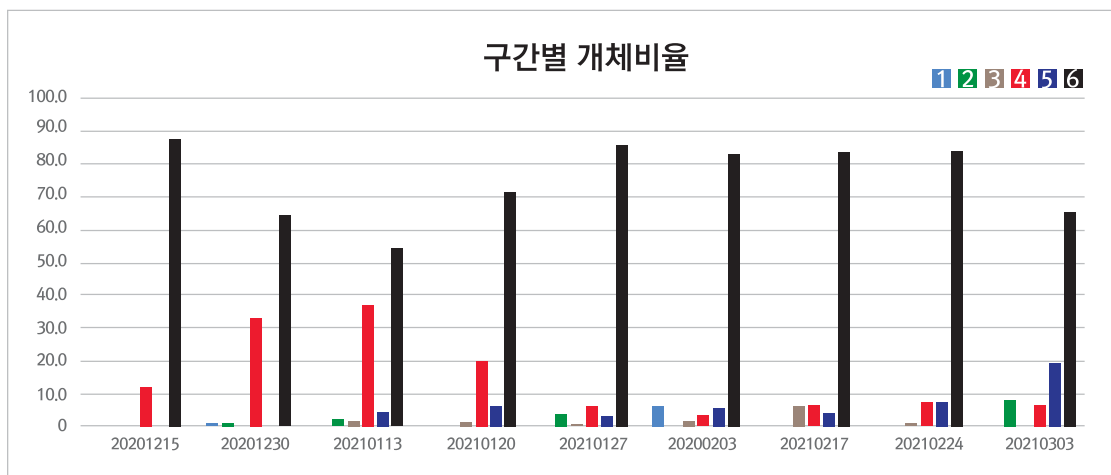
- 그림 1은 구간별 개체수 변동 현황을 나타낸 것임. 1월 중순 교란 전까지는 4구간, 6구간에 집중된 이용을 확인할 수 있었으나 이후에는 6구간을 집중적으로 이용하였고 나머지 구간의 출현 빈도는 낮아짐.

그림 1. 구간별 개체수 변동 현황



- 그림 2는 구간별 개체비율 변동 현황을 나타낸 것임. 1월 중순 교란 전까지는 4구간, 6구간에 집중된 이용을 확인할 수 있었으나 이후에는 6구간을 집중적으로 이용하였고 나머지 구간의 출현률은 낮아짐.

그림 2. 구간별 개체비율 변동 현황



- 한편, 각 구간에서 출현한 시기별 개체수 및 개체비율을 비교한 결과, 교란도 큰고니의 안정적인 월동에 직접적인 영향을 미치는 것으로 판단됨. 따라서 월동기간 중에는 가능한 낚시, 어업, 선박 운항, 승마 등의 교란 행위에 대한 관리가 필요함.

3. 종합

- 낙동강 하구 본류의 시기별 큰고니 개체수 현황을 파악한 결과 교간 사이 간격이 넓은 4구간(중앙고속도로(삼락-대동)-부산김해경전철)과 6구간(서부산낙동교-낙동강하구둑)에서 전체 개체수의 약 90~95%가 먹이활동 및 휴식을 취하는 것이 확인됨. 결과적으로 교량 사이의 간격이 좁아지면 월동 개체수의 감소가 초래될 개연성이 높다는 것을 확인할 수 있는 결과이므로 4구간과 6구간에는 더 이상의 교량 건설은 자제할 것을 권고하는 바임.
- 본 조사 결과를 바탕으로 교각 사이의 간격이 외에 어업, 낚시, 선박 운항 등 인위적인 교란 행위도 월동 환경을 악화시키는 것이 확인되었으므로 12월부터 이듬해 3월 중순까지는 가능한 중단하거나 제한하는 것이 필요함.

발제 자료 2

교량 건설과 서식지 파편화가 큰고니 서식에 미치는 영향

홍석환 교수 | (부산대학교)

환경영향의 과학적 예측

- 을숙도대교 사업으로 인한 조류 영향예측

▷ 을숙도대교 환경영향평가서(2004)

- 토사의 퇴적은 간석지 식물인 세모고랭이보다 갈대군락으로의 천이를 가속화하여 고니류와 기러기류의 핵심보호지역으로써의 기능이 감소하게 될 것이다.
- (공사중 서식지 감소) 을숙도에서 명지대교가 건설되는 공사기간이 일시에 행하여지는 것이 아니고 수년의 기간이 소요되기 때문에 공사기간 중에는 하구둑 밑 수심이 깊은 낙동강 주 수로부를 채식 및 휴식지로 이용하고 있는 뿔논병아리, 민물가마우지와 수면성 오리류, 잠수성오리류 등과 갈대밭을 번식지로 이용하고 있는 여름새인 개개비, 그 이외 산새류들의 개체수가 감소할 것으로 예상된다.
- (공사중 소음 및 경음) 명지대교의 건설로 인한 소음과 경음에 의한 영향은 미미할 것으로 생각된다.
- (공사후 다리높이) 고니류를 대형 맹금류인 독수리와 비교하여 명지대교의 교량높이를 20m, 대형 맹금류의 활공비 13을 가정하면 바람의 유무에 따라 다소의 차이는 있지만 최소한의 이격거리가 260m 이면 새들이 비상하고 앉는데에는 가능하리라 판단된다. ~~ 다리의 높이가 이 대형조류의 활공에 미치는 영향은 적으리라 예측된다. ~ ~ 편으로 오리류와 아비류는 대개 수면으로부터 6~10m 내에 나는 것을 볼 수 있다. 이러한 이동의 경우에는 다소 이동에 영향이 있으리라 예측되지만, 이것은 새가 에너지를 적게 소모하면서 이동하는 하나의 수단이다.
- (공사 후 차량불빛) 철새들이 이동을 할 때는 가능한 자신의 에너지소모가 가장 적은 방법으로 이동을 하는데, ~~ 낙동강 하구에서 월동을 하고 있는 오리기러기류는 대부분 야행성으로 장거리의 이동이 아닌 짧은 거리에 먹이를 찾아 움직인다.
그리고 채식지와 휴식지로 움직이지 않고 하구에서 채식과 휴식을 동시에 하고 있는 개체들의 경우에는 특별한(포식자 등의 출현) 경우를 제외하고는 야간에는 현재 머물고 있는 곳에서 가능한 이동을 하지 않는 것으로 생각한다. (결론: 거의 영향을 미치지 않을 것이다)

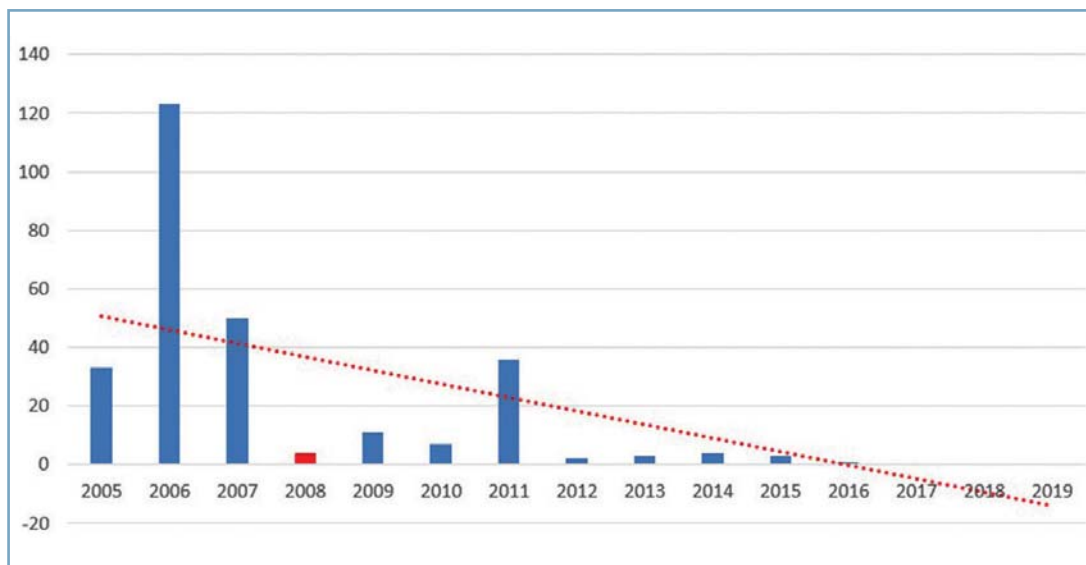
- (대체서식지 제공) 새들은 먹이가 풍부한 곳이나, 먹이를 구하기 알맞은 곳, 휴식 및 번식하기 적합한 곳에 모여든다.

세모고랭이에 의해 높아지는 간석지에는 갈대가 침입하고 장차 갈대군락으로 천이가 일어날 것으로 예상되어 하구에서조차 서식지가 줄지 않을까 우려된다. 이러한 복합적인 문제를 해결하기 위해서는 우선 정책적인 노력으로 철새들이 채식할 수 있는 공간을 확보하여 체계적인 관리가 절실히 요구된다.

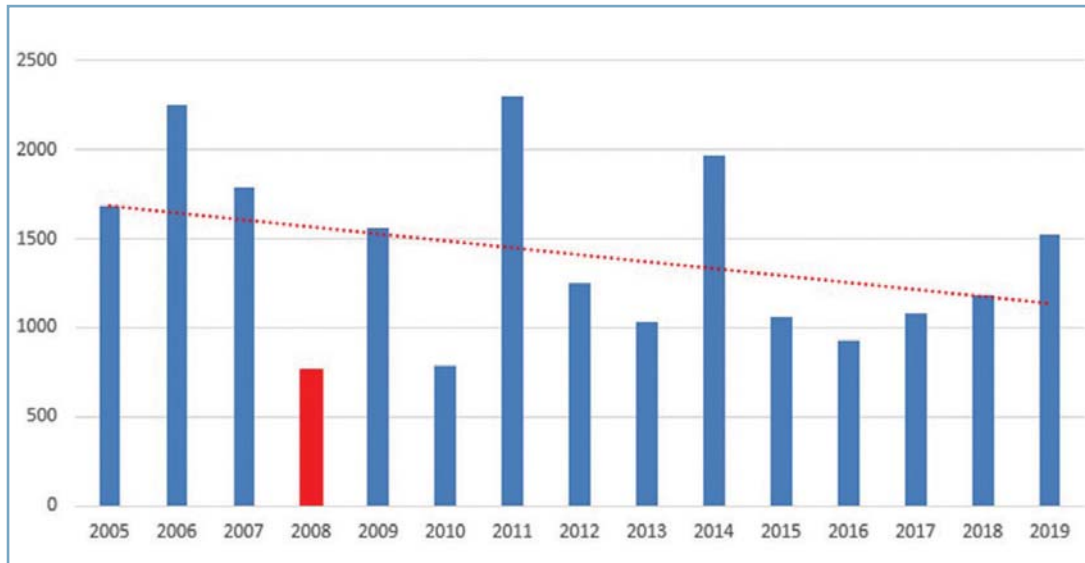
본 공사가 완료되는 시점에는 을숙도와 일웅도 생태복원지, 낙동강 둔치의 염막, 삼락지구의 생태복원과 정비가 완료되어 대체서식지로서의 기반이 조성될 것으로 예측된다.

환경영향의 현실

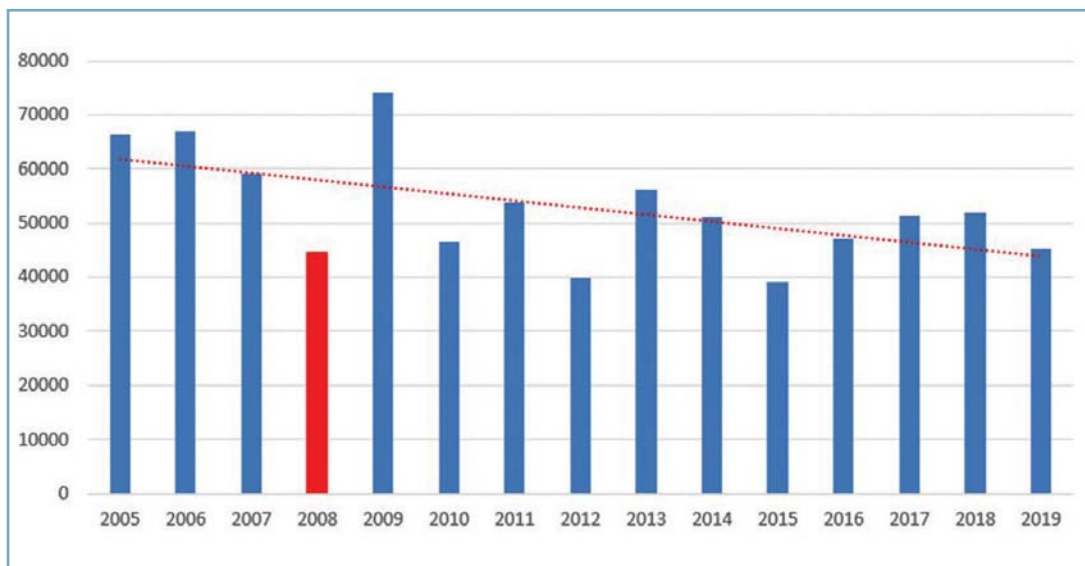
◎ 낙동강하구 년도별 고니 개체군 크기 변화 (자료 : 환경부)



◎ 낙동강하구 전체년도별 고니 개체군 크기 변화 (자료 : 환경부)



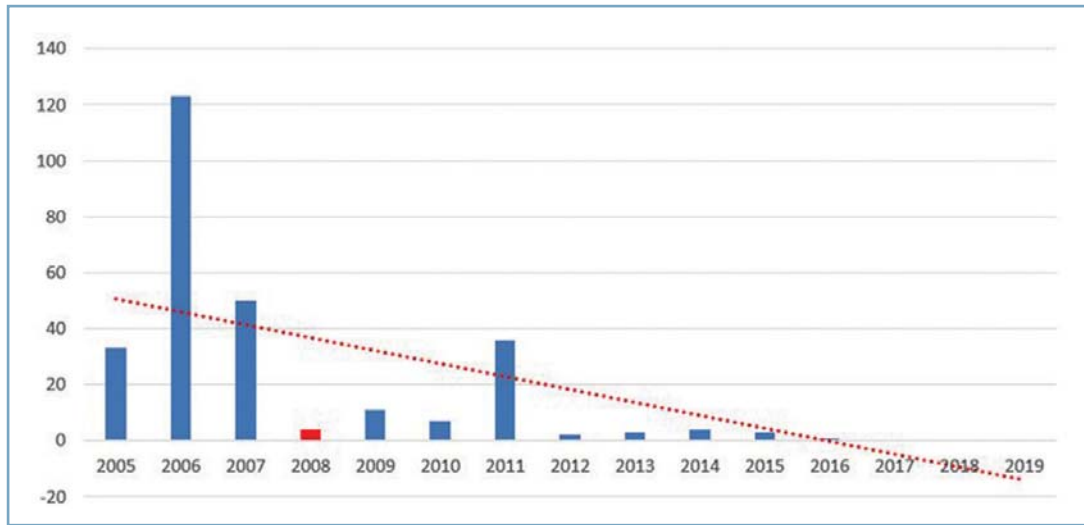
◎ 낙동강하구 전체년도별 야생조류 개체군 크기 변화 (자료 : 환경부)



－ 환경영향의 합리적 해석

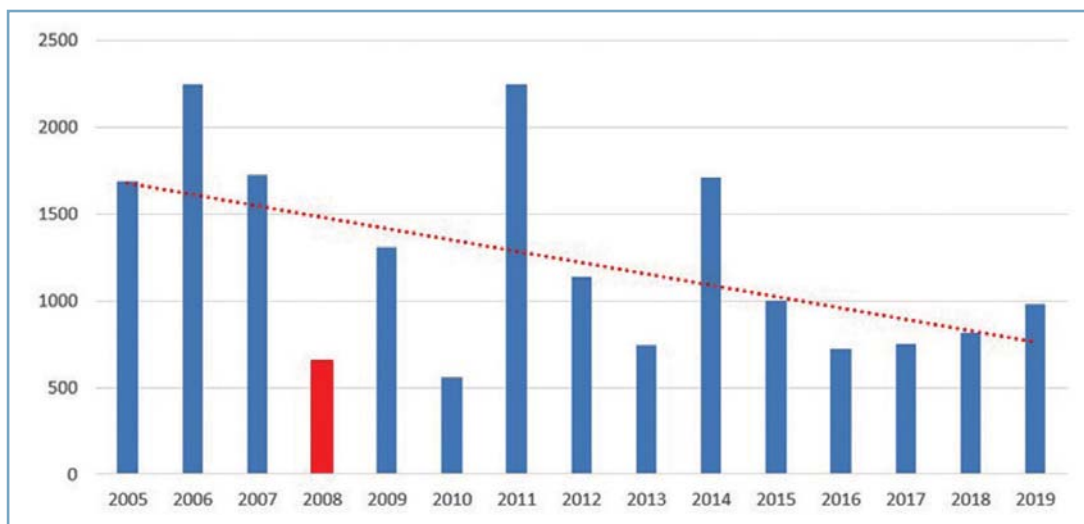
- (환경민감멸종위기종: 고니) 서식처의 일부분이 파편화되어 전체 서식처 크기에 미치는 영향이 크지 않음에도 불구하고 개체군에 미치는 영향은 매우 심각할 수 있으며, 적극적인 조치가 없을 경우 매우 빠르게 국지적 멸종이 진행될 수 있으며, 적극적 조치의 효과 또한 기대하기 어려움

◎ 낙동강하구 년도별 고니 개체군 크기 변화 (자료 : 환경부)



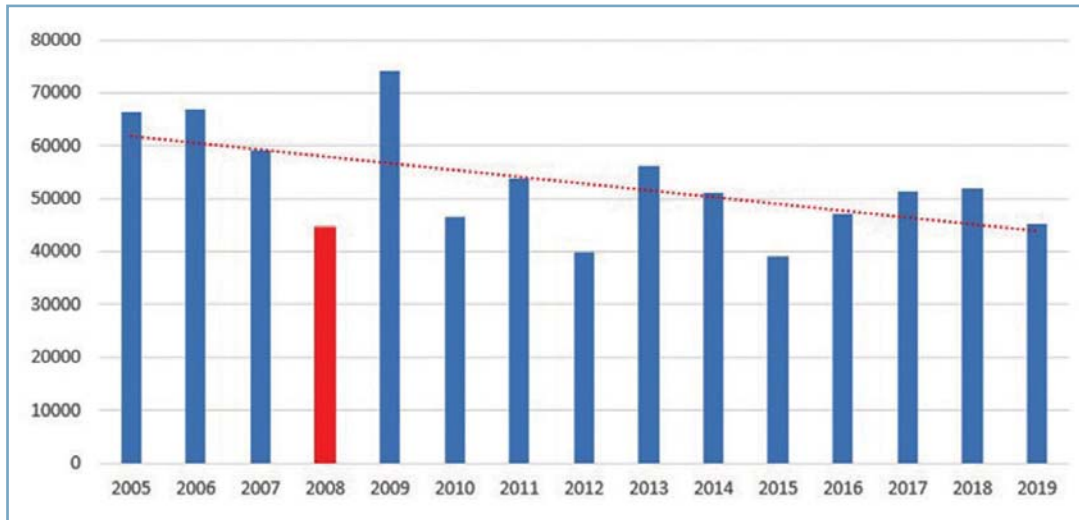
- (일반멸종위기종: 큰고니) 서식처의 일부분이 파편화되어 전체 서식처 크기에 미치는 영향이 크지 않음에도 불구하고 개체군 크기는 전체의 절반 이상 빠르게 줄어들 가능성이 농후함. 일부 파괴되지 않은 주변 서식처로의 이동이 예상되나 전체 개체군 크기로 미루어 주변으로 이동하여 적응하는 개체 수는 미미할 것임.

◎ 낙동강하구 년도별 큰고니 개체군 크기 변화 (자료 : 환경부)



- (일반종 : 전체 조류개체군) 서식처의 일부분이 파편화되어 전체서식처 크기에 미치는 영향이 크지 않으나, 전반적인 종수 및 개체수 감소는 막을 수 없음. 각 개체군이 서식영역을 확보하고 있어 훼손된 지역의 개체군이 훼손되지 않은 지역으로 이동하여 적응하기는 어려운 것으로 판단됨. 전체 개체수는 서서히 감소하며 감소는 오랜 시간에 걸쳐 일어나게 될 것임.

◎ 낙동강하구 년도별 큰고니 개체군 크기 변화 (자료 : 환경부)



2008

(자료 : Daum)

대저대교 대안노선의 합리적 해석

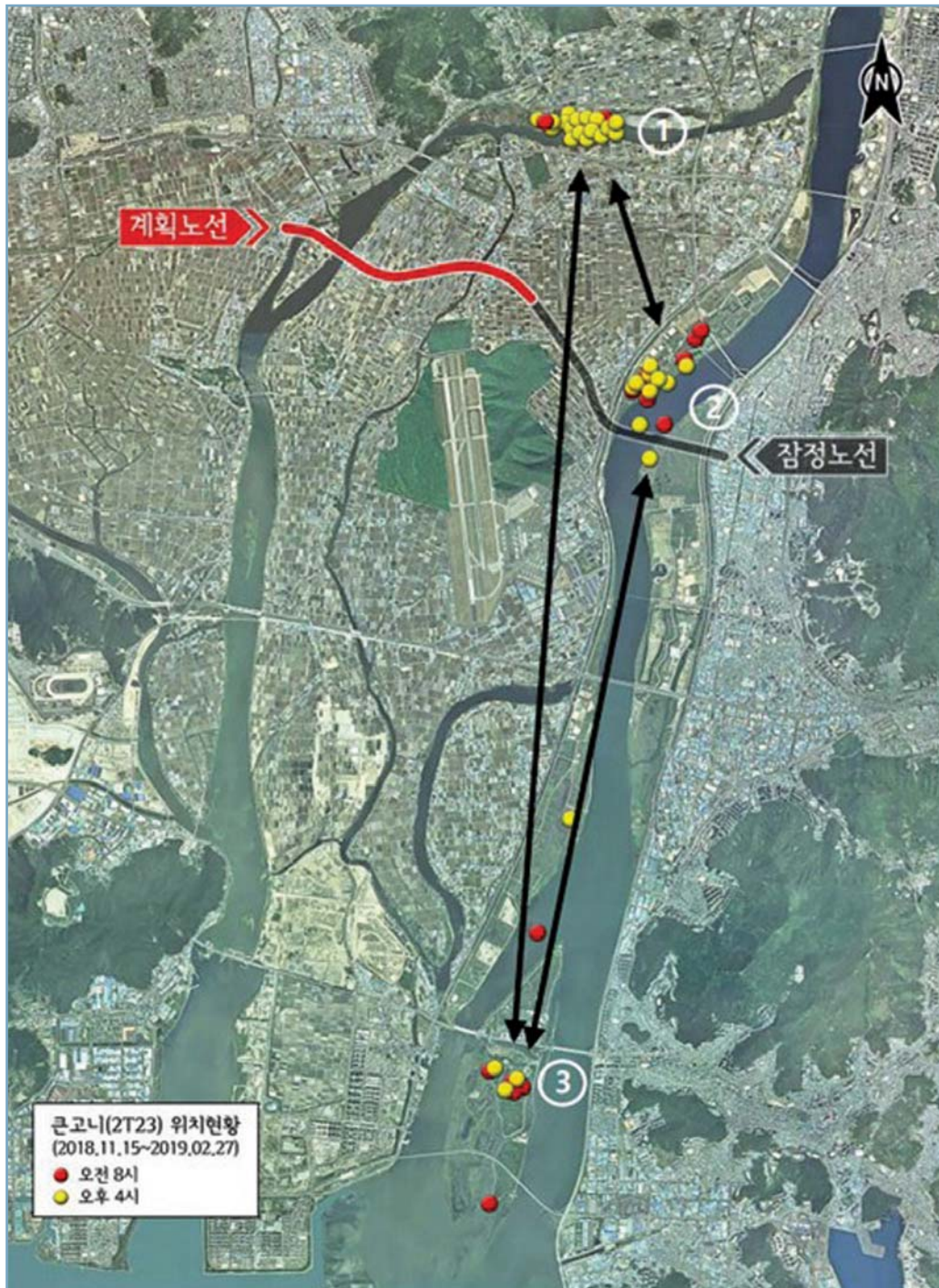
－ 식만~사상간(대저대교) 도로건설의 합리적 예측

▷ 2015 전략환경영향평가

- (조류) 이동성이 큰 조류는 사업노선의 지형변동에 따른 즉각적인 회피, 이주를 통해 중, 개체수의 소실이 없을 것으로 예상되나 ~~
- 공사에 따라 발생하는 비점오염원, 소음, 진동, 빛 등과 같은 인위적인 영향원은 겨울철 도래하여 월동하는 겨울철새에게 영향을 미칠 수 있으므로 철새의 생활사를 고려한 공사시기의 선정과 같은 저감대책이 요구된다.
- ▶ 출현한 법정보호종의 번식시기, 주 먹이활동시기에 해당하는 4월~5월, 월동기(겨울철새)인 11월 ~ 이듬해 2월은 가급적 공사를 지양하도록 하고, 불가피할 경우 저소음, 저진동 공법을 적용하여 공사로 인한 영향을 최소화 할 계획이다.
- (조류) 계획노선 주변 경작지, 하천 등의 서식환경이 점차 안정화됨에 따라 주변지역으로 회피하였거나 이동하였던 조류들이 다시 도래, 서식할 것으로 예상되어 영향은 크지 않을 것으로 예상됨.
- 이동성이 큰 조류는 계획노선의 지형변동에 따른 즉각적인 회피, 이주를 통해 중 및 개체수의 소실이 없을 것으로 예상됨.
- ▶ 출현한 법정보호종의 번식시기, 주 먹이활동시기에 해당하는 4월 ~ 5월, 월동기(겨울철새)인 11월 ~ 이듬해 2월은 가급적 공사를 지양하도록 하고, 불가피할 경우 저소음 저진동 공법을 적용하여 공사로 인한 영향을 최소화 할 계획이다.

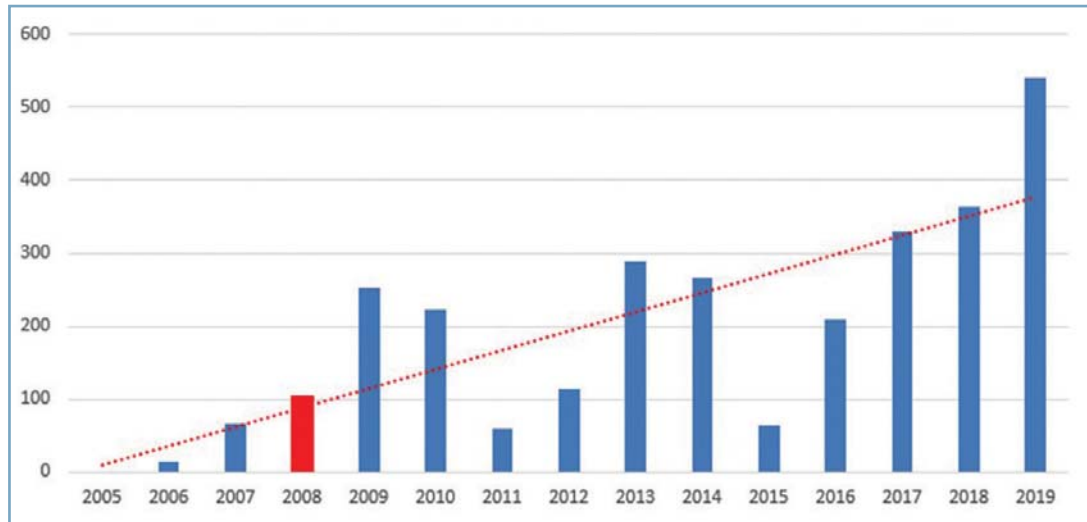


◎ 큰고니 위치 | 현황 및 예상 이동 경로도



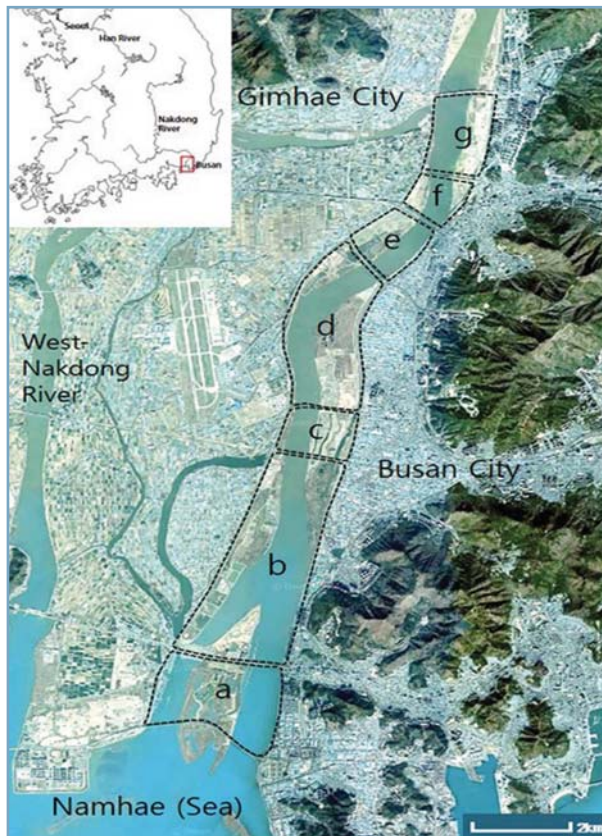
– 을숙도대교 건설에 따른 큰고니의 서식처 이동

◎ 낙동강하류 년도별 큰고니 개체군 크기 변화



◎ 낙동강하류 교량구간별 큰고니 출현개체수 분석

▷ (2018.12~2019. 2) 총 6회 조사

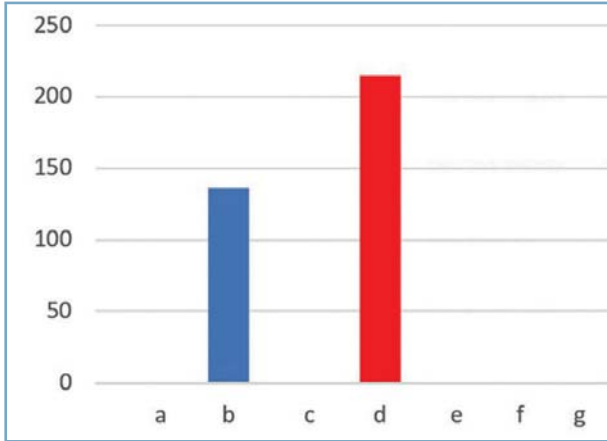


구 간		길이(km)
a	을숙도대교 - 낙동강하구둑	2.1
b	낙동강하구둑 - 낙동대교	5.2
c	낙동대교 - 부산김해경전철	1.2
d	부산김해경전철 - 강서낙동강대교	4.1
e	강서낙동강대교 - 구포대교	1.5
f	구포대교 - 제2낙동대교	1.2
g	제2낙동대교 - 화명대교	2.1

자료 : 홍석환(2020)

◎ 낙동강하류 교량구간별 큰고니 출현개체수 분석

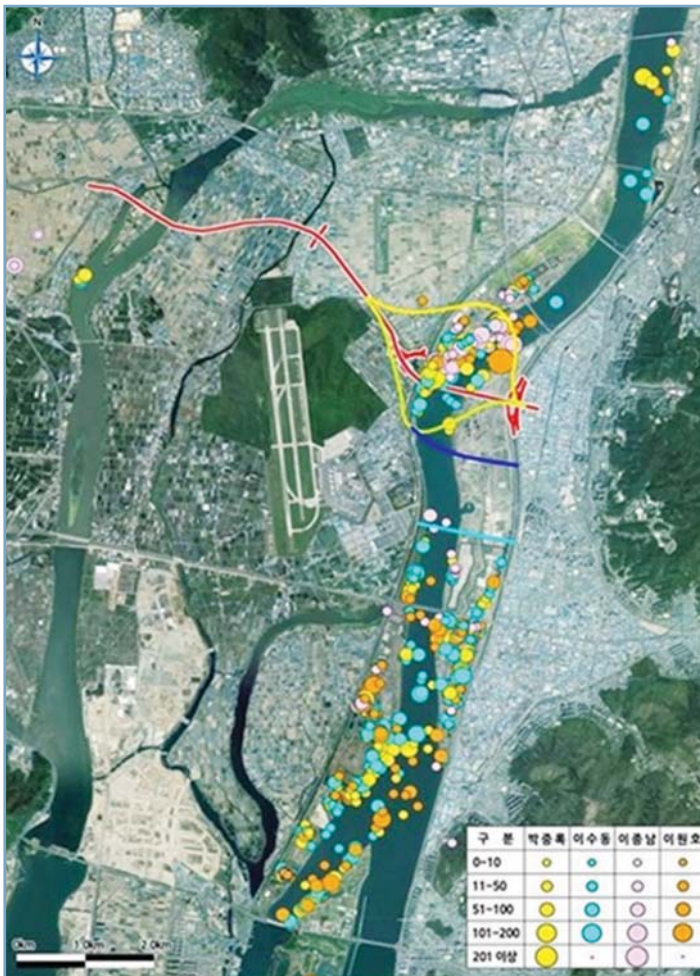
▷ (2018.12~2019. 2) 총 6회 조사



구 간		길이(km)
a	을숙도대교 - 낙동강하구둑	2.1
b	낙동강하구둑 - 낙동대교	5.2
c	낙동대교 - 부산김해경전철	1.2
d	부산김해경전철 - 강서낙동강대교	4.1
e	강서낙동강대교 - 구포대교	1.5
f	구포대교 - 제2낙동대교	1.2
g	제2낙동대교 - 화명대교	2.1

자료 : 홍석환(2020)

◎ 큰고니 월동지



1. 교량구간 길이 : 4Km이상 구간
2. 둔치 : 양안 둔치

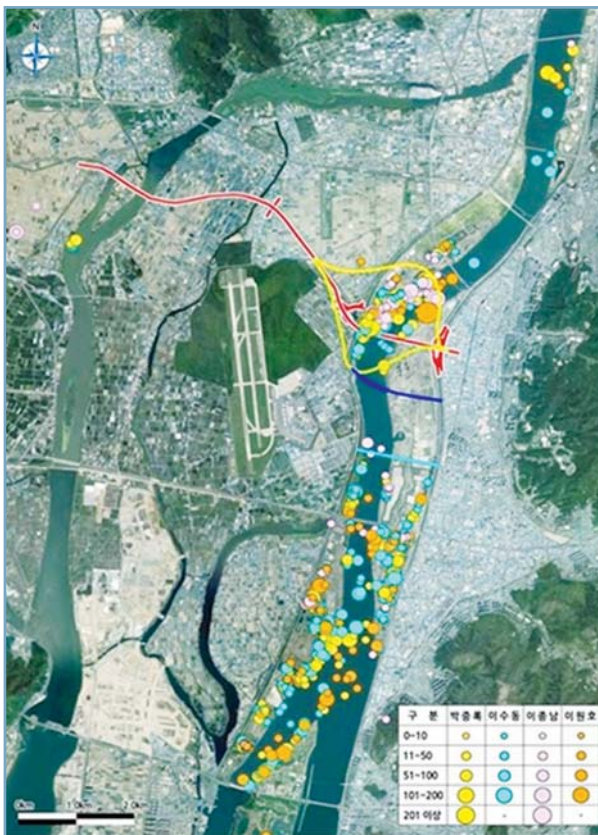
자료 : 낙동강유역환경청

– 식만~사상간(대저대교) 도로건설의 합리적 예측

- (현재까지 확인된 큰고니 월동특성을 살펴봤을 때, 큰고니 월동지 기능 측면에서 교량의 건설(을숙도 대교)은 심각한 부정적 역할을 하는 것으로 나타남.
- 개체군의 절반 이상이 줄어들게 되며, 일부 민감종의 경우 국지적 멸종이 예상됨. 일부 개체군이 인접 서식처로 이동하는 것으로 되나, 교량과 교량 사이가 협소할 경우 (2km 전후) 큰고니 먹이활동 특성상 월동지로서의 역할을 기대하기 어려움.
- ▶ 을숙도대교 건설로 인한 낙동강하구 개체군의 일부를 수렴하던 낙동대교~강서낙동강교 사이 구간에 새로운 교량이 건설될 경우 이 구간 큰고니 개체는 모두 사라질 가능성이 농후함.

대저대교 건설이후 큰고니는?

– 대저대교 대안노선별 교량사이 구간 길이



구 간	길이(km)
계획노선	1.8 / 23
A 대안	10.5 / 3.6 (실제 1.3 / 2.8)
B 대안	2.3 / 1.8
C 대안	2.6 / 1.5
D 대안	0.1 / 4.0

자료 : 낙동강유역환경청

◎ 큰고니 개체 수 변화 (단위 : 마리)



(자료 : 부산발전연구원 · 경남람사르환경재단)

참고자료

큰고니에게
4km를!

큰고니와
낙동강하구를
지켜주십시오!



I. 대저대교 노선선정을 위한
겨울철새 공동조사 결과 요약

II. 대저대교 노선선정을 위한
겨울철새 공동조사 조사위원회 종합의견서

III. 환경청 발송 공문, '겨울철새 공동조사·평가 결과
대저대교 대안노선 통보'

IV. 낙동강하류 교량간격에 따른
큰고니 월동개체수 차이 연구(홍석환)

참고자료 I. 대저대교 노선선정을 위한 겨울철새 공동조사 결과 요약

1. 낙동강하구 교량구간별 큰고니 분포조사와 환경영향평가 구간 멸종위기종

조사 (2020년 11월 27일 ~ 2021년 3월 10일)

조사자 : 이원호

구간		1	2	3	4	5	6	7	8	합계
		하구둑 남쪽	하구둑- 서낙교	서낙교- 경전철교	경전철교 -수관교	수관교- 강낙교	강낙교- 구포대교	구포대교 -덕낙교	덕낙교- 화명대교	
20 년	11월 27일		8			47				55
	12월 10일		197	1	18					216
	12월 24일		156		244		6			406
21 년	01월 02일		92		291					383
	01월 07일		186		44					230
	01월 21일		293	30	77		3			403
	01월 28일		252		5					257
	02월 04일		315	27	11		13			366
	02월 19일		245	19	31		37			332
	02월 25일	6	70	5	21				2	104
	03월 04일		20		1					21
	03월 10일		3							3
합 계		6	1837	82	743	47	59	0	2	2776
출현비율			66.17	2.95	26.77	1.69	2.13			100%

※92.94%가 다리 간격 넓은 곳(2구간, 4구간)에서 관찰됨

2. 낙동강하구 교량구간별 큰고니 분포조사와 환경영향평가 구간 멸종위기종

조사 (2020년 12월 6일 ~ 2021년 3월 10일)

조사자 : 이종남

구간		1	2	3	4	5	6	7	8	합계
		하구둑 남쪽	하구둑- 서낙교	서낙교- 경전철교	경전철교 -수관교	수관교- 강낙교	강낙교- 구포대교	구포대교 -덕낙교	덕낙교- 화명대교	
20 년	12/6		9		68					77
	12월 13일		38		133					171
	12월 19일		70		139					209
	12월 20일				172					172
	12월 29일		39		82					121
	30일									
21 년	01월 02일		91		174					265
	01월 09일		5		126					131
	01월 15일		111	13	47					171
	01월 21일		125	29	104				5	263
	01월 22일									
	01월 30일		71	12	94	11				188
	02월 11일		105	21	46					172
	02월 16일		68		3	5	20			96
	02월 21일									0
	03월 01일		6				6			12
	03월 06일		0				0			0
	03월 13일		0				0			0
합 계		0	738	75	1188	16	26	0	5	2048

※94.04%가 다리 간격 넓은 곳에서 관찰됨

3. 낙동강하구 교량구간별 큰고니 분포조사와 환경영향평가 구간 멸종위기종

조사 (2020년 12월 6일 ~ 2021년 3월 10일)

조사자 : 박종록

구간		1	2	3	4	5	6	7	8	합계
		하구둑 남쪽	하구둑- 서낙교	서낙교- 경전철교	경전철교 -수관교	수관교- 강낙교	강낙교- 구포대교	구포대교 -덕낙교	덕낙교- 화명대교	
20 년	11월 29일		93		43					136
	12월 06일		123	5	117					245
	12월 12일		129		124					253
	12월 20일		237	5	238					480
	12월 27일		139		266		5			410
21 년	01월 03일		193	7	255		4			459
	01월 10일		215	19	149				5	388
	01월 16일		215	34	25				13	287
	01월 24일		287	13	14	2				316
	01월 31일		300	21	54	22				397
	02월 07일		252	21	43	3	8		76	403
	02월 15일		195	5	8	4	20			232
	02월 20일		282	14	26	4	26			352
	03월 01일		23	12	3					38
	03월 07일		13		6					19
	03월 14일		8	1						9
합 계		0	2704	157	1371	35	63	0	94	4424

※ 92.11%가 다리 간격 넓은 곳에서 관찰됨

II. 조사위원회 종합의견서

식만~사상간[대저대교] 도로건설공사 공동조사 조사자 전체 종합의견

1. 교량 간격에 따른 큰고니 분포 조사 결과

- (1) 월동기간 동안 수상레저활동과 선박 운항, 승마, 드론, 낚시 등 다양한 형태의 교란이 존재하였으며,
- (2) 전체 조사 구간 중 교량 사이의 간격이 넓은 2개 구간, 하구둑-서부산낙동강교 구간과 경전철교-수관교 사이의 구간이 큰고니들의 주 서식지로 이용되고 있으며,
- (3) 이 구간에서의 교량 건설은 큰고니의 서식에 영향을 미치게 된다는 부분에 의견을 같이 함.

2. 멸종위기종 분포 조사 결과

- (1) 중사도 외 지역은 처음 조사하는 지역으로 이 지역을 이용하는 조류 현황을 체계적으로 조사하지 못한 한계가 있었으며,
- (2) 조사 결과는 환경영향평가서와 많은 차이가 있어 추가적인 조사가 필요한 부분이 존재하며,
- (3) 조사를 통해 도로건설 계획노선 주변의 농경지가 멸종위기종 맹금류와 흑두루미, 큰기러기 및 오리류, 종다리, 멧비둘기, 집비둘기 무리 등의 주요 서식지로 기능하는 것을 알 수 있었으며,
- (4) 새들은 월동 초기 면적이 넓은 농경지에서 많은 수가 관찰되다가 겨울이 깊어지면 면적이 작은 인가 주변의 농경지도 채식지로 이용하여, 이 지역의 농경지들이 낙동강하구에 도래하는 조류의 먹이터로 중요한 역할을 하고 있다는 사실을 알 수 있었으며,
- (5) 농경지를 횡단하는 도로건설이 이루어질 경우 서식지 감소와 단편화 등으로 멸종위기종 조류 등의 감소가 일어날 수 있다는 부분에 의견을 같이 함.

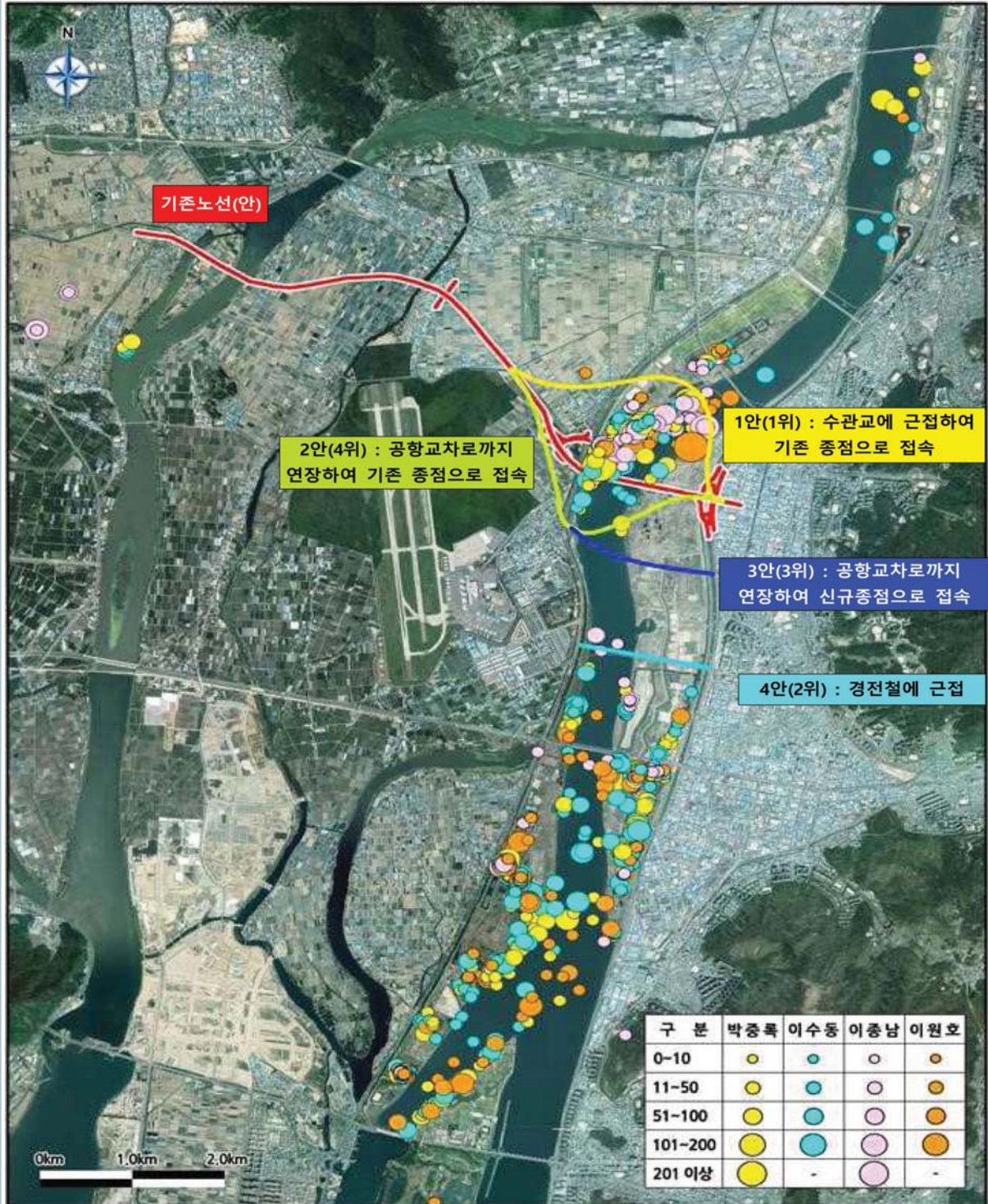
Ⅲ. 환경청 발송 공문

 환경부	낙동강유역환경청	 대한민국 대한민국 한국판뉴딜					
수신 수신자 참조 (경유)							
제목 겨울철새 공동조사·평가 결과 대저대교 대안노선 통보							
1. 겨울철새 공동조사·평가 협약의 원활한 이행을 위한 협조와 노고에 감사드립니다. 2. 낙동강 횡단교량 건설과 낙동강 하류 철새도래지 환경보전 사이 발생한 공공갈등을 해결하기 위한 겨울철새 공동조사·평가 협약에 따라 조사위원의 조사결과를 근거로 평가위원이 결정·제시한 대안노선(1~4안)을 불임과 같이 알려드립니다. 3. 아울러, 위 공동조사 결과 및 대안노선을 반영한 「식만~사상간(대저대교) 도로 건설공사」 계획을 수립하여 큰고니 등 겨울철새 서식환경을 보전하는 친환경적인 도로건설이 될 수 있도록 협조하여 주시기 바랍니다.							
* I, II 구간 통합 환경영향평가서 작성 및 협의방안 검토(I 구간 평가서 취하 등) 필요							
불임 평가위원 의견 및 대저대교 대안노선 1부. 끝							
 낙동강유역환경청장							
수신자 부산광역시청(도로계획과), 낙동강하구지킴이전국시민운동본부							
주무관	손원우	주무관	김명연	과장	박경진	국장	전경 2021. 6. 25. 조성수
협조자							
시행 환경평가과-4559		(2021. 6. 25.)		접수			

『겨울철새 공동조사·평가 협약에 따른』 평가위원 의견 및 대저대교 대안노선

- 조사위원회의 조사결과 부산시의 계획노선은 멸종위기종 큰고니의 먹이터와 잠자리가 위치하는 핵심 서식지를 관통함
- 교량의 존재는 직·간접적으로 큰고니 먹이터 이용에 영향을 줄 뿐만 아니라 먹이터로 접근하는 큰고니의 비행을 방해하여 서식지 파편화를 초래하며, 잠재적으로 서식지 이용률을 감소시키는 원인으로 작용할 것임
- 큰고니의 서식에 영향을 주지 않도록 핵심서식지를 우회하는 교량건설 대안이 필요하며, 서식지 파편화로 인한 영향이 최소화되도록 교량의 기점과 종점을 달리하는 변경안 또한 고려하여야 하므로 평가위원회는 불임과 같이 4가지 대안을 제시함
- 평가위원회의 대안노선을 선택하여 진행하더라도 큰고니의 서식에 영향을 줄 수 있으므로 멸종위기종의 서식영향을 저감하기 위한 대체 서식지 조성, 먹이자원 육성, 보호지역 설정 및 침입 차단, 선박통제 등의 관리계획을 충실히 수립하여야 할 것임

불임 대저대교 대안노선(1~4안) 1부. 끝.



※ 평가위원은 큰고니 핵심서식지 보호 및 파편화 방지를 위해 가능한 4개의 대안

IV. 논문

『낙동강하류 교량간격에 따른 큰고니 월동개체수 차이

연구 : 홍석환

한국환경생태학회지 34(3): 191-197, 2020
 Korean J. Environ. Ecol. 34(3): 191-197, June 2020

ISSN 1229-3857(Print) ISSN 2288-131X(Online)
<https://doi.org/10.13047/KJEE.2020.34.3.191>

낙동강하류 교량간격에 따른 큰고니(*Cygnus cygnus*) 월동개체수 차이 연구¹홍석환^{2*}

Relationship between Population of Wintering Whooper Swan (*Cygnus cygnus*)
 and Bridge Spacing in the Lower Nakdong River, Korea¹

Suk-Hwan Hong^{2*}

요약

본 연구는 천연기념물로 지정하여 보호하고 있는 큰고니의 국내 최대 월동지인 낙동강하구일대 중 낙동강하류부를 대상으로 교량구간별 큰고니 월동개체의 서식처 선호도 차이를 살펴보고자 진행하였다. 2018~2019년 월동기 동안 6개 시계열로 구분하여 조사를 진행하여 분석한 결과 낙동강하류에서 최대 500여 마리의 큰고니가 월동하고 있었다. 하천을 가로지르는 교량을 기준으로 총 7개 구간을 설정하여 조사한 결과 큰고니는 교량과 교량사이가 2km 이내로 협소한 5개 구간에서는 거의 관찰되지 않았고 4km이상의 2개 구간에서만 안정적 개체군이 관찰되었다. 이러한 특징은 인위적 간섭이 상대적으로 적어 큰고니의 주 서식지가 되고 있는 낙동강 하구로부터의 거리와는 관련이 없었다. 멸종위기종인 큰고니 월동에 있어 안정적 경계공간 확보는 중요한 요소로 판단되었다. 이에 멸종위기종인 큰고니 서식을 위해서는 교량과 교량 사이가 최소 4km 이상 이격되어야만 하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 향후 교량건설과 같은 하천생태계의 단절로 직결되는 개발 또는 복원에 있어 하나의 참고가 될 것이다.

주요어: 낙동강하구, 월동지, 월동개체, 시계열분석, 하천생태계

ABSTRACT

The purpose of this was to examine the differences of large Whooper swan (*Cygnus cygnus*) in wintering habitat preference among bridge sections of the lower Nakdong River of the Nakdong River Estuary, the largest Whooper swan's wintering habitat in Korea. This species is designated and protected as Natural Monument in Korea. The survey was conducted in six time-series during the 2018~2019 wintering season, and it found up to 500 Whooper swans were wintering in the lower Nakdong River. For the survey, a seven sections were set up based on the bridges across the river. Whooper swans were rarely observed in five narrow sections where the distance between bridges was less than 2 km. The stable population of the Whooper swan was observed only in two broader sections where the distance between bridges was is over 4 km. As these sections were relatively little affected by artificial interference, the distance from the mouth of the Nakdong River was not a factor. Securing a stable space is considered as one of the most important factors for wintering of Whooper swans, which are an endangered species. The survey results indicate that the distance between bridges should be at least

¹ 접수 2020년 3월 27일, 수정 (1차: 2020년 5월 10일), 게재확정 2020년 5월 18일

Received 27 March 2020; Revised (1st: 10 May 2020); Accepted 18 May 2020

² 부산대학교 조경학과 교수 Dept. of Landscape Architecture, Pusan National Univ., Miryang, 50463, Korea

* 교신저자 Corresponding author: Tel: +82-55-350-5406, Fax: +82-55-350-5400, E-mail: hong@pusan.ac.kr

4 km to secure the Whooper swan's stable habitat. These results are expected to be a reference to the development or restoration of the river ecosystems, especially bridge construction.

KEY WORDS: NAKDONG RIVER ESTUARY, WINTERING HABITAT, WINTERING POPULATION, TIME SERIES ANALYSIS, STREAM ECOSYSTEM

서론

기러기목의 큰고니는 국내 천연기념물 조류 중 중 가장 많은 개체수가 관찰되는 종인데, 우리나라 최대 월동지는 경상남도 낙동강일대로, 낙동강하구와 주남저수지에 대규모 월동개체가 도래한다(Kang et al., 2008). 이 일대는 매년 약 2,000여 개체의 큰고니가 월동하는 것으로 조사되고 있다(Hong and Ahn, 2016). 국내 큰고니의 월동은 일정기간 동안 꾸준히 증가한 것으로 나타나는데, Kang et al.(2008)은 1999년부터 2007년까지 기록을 확인한 결과, 이 기간 동안 큰고니 국내 월동개체수가 급격히 증가했음을 밝힌 바 있다. 위 연구에 따르면 1999년 국내 관찰개체가 2,265개체에서 2003년부터는 4,000개체가 넘게 증가하여 당시까지만 해도 우리나라 전역, 특히 낙동강하구 일대가 큰고니 서식처기능이 안정적으로 유지되고 있었다고 판단할 수 있었다.

Hahm and Kim(2001)의 1989년부터 1999년까지 낙동강하구와 인접하면서 국내 두 번째 큰고니 월동지로 알려진 주남저수지를 대상으로 한 고니류 월동현황 분석결과, 1997년 이후 주남저수지에 월동하는 고니류 개체수가 감소하는 경향을 보였는데, 그 원인을 주남저수지 서식처 파괴로 고니류가 낙동강지역으로 이동한 것으로 추정한 바 있다. 즉, 주남저수지와 낙동강하구 일대는 대규모 큰고니 개체군이 서식지 여건에 따라 이동하는 동일한 월동권역으로 볼 수 있어, 고니류 월동지 중 특정 지역에 일시적 문제가 생길 경우 인접한 다른 지역으로 이동하여 월동하는 것으로 판단된다. 그러나 최근 낙동강하구 뿐만 아니라 주남저수지 주변도 각종 개발로 인해 야생조류 월동지로서의 역할이 위협받고 있는 상황으로 낙동강하구와 주남저수지 전체에 도래하는 큰고니 개체수가 급격히 줄어들고 있어 이 일대의 서식처 기능을 정밀하게 분석하여 보호할 필요성이 대두되고 있다.

Hong(2009)은 2005년 12월과 2006년 1월에 낙동강 하구 독 남쪽지역을 대상으로 5개 권역으로 구분하여 조사를 진행한 결과 큰고니 2,300개체 이상을 관찰했는데 1/2가까이가 대마동 일대에서 관찰되었으며 약 40%가 을숙도, 을숙도남단 일대에서 관찰되었음을 보고한 바 있다. 반면 백합등과 도요동 일대, 장자도와 신자도 일대에서는 거의 출현하지 않았다. 낙동강하구 일대에서 월동하는 큰고니의 국지적 분포특성은 2003~2004년 겨울기간 동안 진행된 연구(Hong, 2004)에서도 유사

하게 나타나고 있어 큰고니가 선호하는 서식처는 낙동강하구라는 국지적 공간에서도 크게 달라지는, 즉 선호하는 서식처가 뚜렷함을 유추할 수 있었다. 특히, Hong(2004)이 낙동강 하구 권역을 세분하여 진행한 연구결과에 따르면 낙동강하구독을 기준으로 하구독 북쪽 서낙동강교까지는 맥도강을 포함해서도 단 한 개체의 고니류도 관찰되지 않아 서식처를 극도로 가리는 것으로 판단할 수 있었다. 이러한 극단적 분포특성은 낙동강하구의 넓은 갯벌과 대규모 새섬매자기군락의 분포로 채식지와 휴식지 기능이 양호한 낙동강하구독 이남이 다른 지역에 비해 상대적으로 월동에 유리한 데에서 기인한다 할 수 있다(Hong, 2004).

큰고니를 포함한 고니류는 주로 물 위에서 목을 수면 아래로 뻗어 먹이활동을 하는 업-엔딩(up-ending)을 통해 취식활동을 하는데, 업-엔딩을 통한 취식활동을 할 경우 최대 100cm 깊이 에 있는 먹이까지 먹을 수 있다(Cramp and Simmons, 1977). 그러나 업-엔딩은 눈을 포함한 머리 전체가 수면 아래로 잠기게 되어 경계에 취약할 뿐만 아니라 수심이 깊어질수록 먹이활동을 위한 에너지 소비가 급증하여 효율성이 떨어지게 되므로 가능한 부리나 머리까지만 수면 아래에 잠기는 얇은 수심에서의 취식활동을 선호한다(Cramp and Simmons, 1977; Chisholm and Spray, 2002; Choi et al., 2010). 큰고니가 비록 얇은 수심에서 먹이활동을 한다 하더라도 먹이활동을 위해 눈이 수면 아래로 잠기게 되면 짧은 시간이지만 포식의 위험에 노출되게 된다. 따라서 항시 경계행동과 먹이활동의 절충이 이루어져야 하므로(Pöysä 1987) 위험요소로부터 떨어져 먹이활동을 하게 된다. 비록 물속이지만 고니류가 위험요소들로부터 떨어지려는 경향은 사람들의 활동과도 밀접한 관련이 있는 것으로 확인되고 있다. Hong and Ahn(2016)은 주남저수지를 대상으로 고니류의 분포특성을 조사한 결과 저수지 방문객이 적은 평일에는 주로 수심이 낮은 수초사이에 분산되어 활동하는 경향을 보이지만 방문객이 집중하는 휴일에는 방문객이 많은 제방에서 멀리 떨어진, 수심이 깊은 저수지 중앙에 밀집하는 경향을 보여 평일과 휴일에 뚜렷한 차이를 보인다고 하여, 비록 소극적 관찰행위 또한 수면성 야생조류 활동에 부정적 영향을 뚜렷하게 미침을 확인한 바 있다.

이러한 큰고니의 국지적 서식처 선호특성을 살펴봤을 때, 월동지 내에 인위적 시설, 특히 사람이나 차량의 이동이 빈번한 교량 건설은 큰고니의 월동에 많은 영향을 미칠 것으로 판단되

었다. 이에 본 연구는 국내 최대 큰고니 월동지인 낙동강하류부 일대를 대상으로 교량의 분포위치와 큰고니의 월동개체수간 관계성을 살펴보고, 교량이 큰고니 월동지 선택에 미치는 영향을 확인하고자 하였다.

연구방법

1. 연구대상지

큰고니는 천연기념물 제201-2호로 지정하여 보호하고 있으며, IUCN 관심대상종(Least Concern)으로 국제적 보호종으로 국내 최대 월동지는 낙동강하구 일대이다. 본 지역은 큰고니 외 다수의 멸종위기야생조류가 대규모로 월동하는 국내 최대 야생조류 월동지 중 하나로 중요성이 인정되어 1966년에 이 지역 자체를 천연기념물 제179호로 지정하여 보호하고 있다. 이러한 중요성과 법률적 보호노력에도 불구하고 1983년 하구둑 건설을 시작으로 최근까지 계속되는 개발로 인해 멸종위기종 서식환경은 급격히 악화되고 있다. 특히 하천을 가로지르는 조류 비행에 영향을 줄 수 있는 교량 건설이 촘촘하게 이어지고 있어 사회적 갈등으로 이어지고 있다.

낙동강 하구 본류구간에서 부산시계 내에 조성되어 있는 교량은 지하철과 경전철교량을 포함하여 총 10개이다. 남측 바다와 접하는 곳에 2009년 완공된 을숙도대교를 시작으로 북쪽으로 올라가면서 낙동강하구둑, 남해고속도로제2지선 낙동대교, 부산김해경전철교량, 중앙고속도로 강서낙동강교, 구포대교, 지하철3호선교량, 구포낙동강교, 대동화명대교, 낙동강대교 순으로 이어진다. 본 지역은 하천 양안 경계가 도로로 조성되어 하천 외부와 경계를 형성하고 있고 둔치로는 갈대가 우점하는 퇴적둔치의 식생특성을 보이는 지역이다. 비록 해수와 담수가 만나는 지역으로 공간별 수환경 차이는 크게 일어나는 곳이나 식생 및 주변 물리적 구조 측면에서 월동 야생조류의 서식조건은 강 하구의 동질한 특성을 보인다고 할 수 있다. 특히 2009년부터 2011년까지 진행된 4대강 사업은 강 전역에서 준설과 둔치정비가 동시에 이루어져 전체적 하상구조는 큰 차이가 없는 것으로 판단되었다.

본 연구는 교량과 교량 사이구간의 고니류 월동특성을 살펴보기 위해 을숙도대교부터 대동화명대교까지의 17km에 이르는 낙동강 본류구간을 대상으로 하였다. 낙동강대교 구간은 부산시계 최북단의 일부가 포함되긴 하나, 낙동강하구로부터의 거리가 20km 이상 떨어져 있으며, 하천둔치 대부분 면적이 김해시에 포함되어 제외하였다.

2. 조사분석방법

낙동강하구를 가로지르는 9개 교량의 개발 역사를 살펴보면, 1970년대에는 1973년 개통한 구포낙동강교가 유일한 교량이었다. 이후 1981년 개통한 남해고속도로 제2지선상의 낙동대교가 두 번째로 낙동강 하구를 가로지르게 되었는데, 본 교량은 을숙도 하단에서 8km 이상 상류에 위치하고 있어 하구 조류월동에 미치는 영향은 상대적으로 크지는 않았을 것으로 추정할 수 있다. 본격적으로 하구 월동지에 영향을 미친 공사는 1983년 착공한 낙동강하구둑인데, 본 본 건설공사는 1981년 환경영향평가제도가 도입된 이후 최초로 적용되었다는 점에서 특히 중요하게 바라볼 필요성이 있다. 본 교량건설공사가 환경영향평가제도의 첫 시작이었음에도 불구하고 국내 최대 멸종위기야생조류 월동지를 가로지름과 동시에, 기수역 교란을 유발하는 하구 단절공사를 강행함으로써 이 일대 개발은 급격히 확산되는 계기를 맞았다. 본 교량은 철새월동에 핵심이 되는 기수역 삼각지인 을숙도 중앙부를 관통하여 조성되었다. 이후 구포대교(1996년), 강서낙동강교(1999년), 부산지하철3호선(2005년), 을숙도대교(2009년), 부산김해경전철(2011년), 대동화명대교(2012년)가 차례로 개통되어 낙동강 하류부 교량과 교량사이구간이 평균 2km에 불과해졌다.

교량과 교량 사이의 큰고니 월동특성을 살펴보기 위해 교량 구간을 각각의 조사지로 세분화하였다. 단, 교량사이 구간이 80m 정도로 짧아 구간경계의 구분이 유의미하지 않은 구포대교와 지하철3호선교량 사이구간은 별도의 조사지로 구분하지 않아 총 7개 구간으로 구분하여 조사를 진행하였다(Figure 1).

큰고니는 월동 초기에는 먹이활동이 용이한 곳에 집단으로 도래하여 안착하였다가, 시간이 지나면서 먹이가 줄어들게 되면 인접지역으로 분산하는 것으로 추정된다(Hong, 2004). 이에 대규모 월동지인 낙동강하구 큰고니 군집도 초겨울부터 봄까지 월동개체수의 변화가 발생하는 것이 일반적 경향이다. 따라서 겨울철 1회 또는 2회의 조사결과로 낙동강하구의 월동지 기능을 평가하기에는 한계가 있을 수 있다. 이에 월동기간동안 시계열에 따른 개체군 활동범위 변동가능성을 고려하여 월동기간 전체를 시기별로 세분하여 조사한 후 낙동강하류부 큰고니 군집의 월동특성을 미시적으로 살펴보고자 하였다. 분포조사는 2018년 12월부터 2019년 2월까지 실시하였다. 조사는 보름 간격으로 6개 시계열로 구분하여 실시하였다. 구분은 12월 초, 12월 말, 1월 초, 1월 말, 2월 초, 2월 말로 설정하였다. 본 조사구간의 길이는 17km로 길어 짧은 시간에 모든 지역을 조사하기에는 무리가 있어 단일시계열기간(15일간격) 동안 구간을 나누어 모든 구간을 조사하였다. 둔치부의 경우 셋강을 포함한 지형 굴곡 및 초목류에 의한 사각지대가 분포하여 교량 및 제방상부를 조사지점으로 하는 정점조사에서는 개체확인 어려운 관계로 개체수 조사는 낙동강 본류 수변부를 대상으로 하였다.

Table 1. Survey date of each time series

Time series	Early Dec. 2018	Late Dec. 2018	Early Jan. 2019	Late Jan. 2019	Early Feb. 2019	Late Feb. 2019
Nakdong River	9/12	15/30	12/13	19/24	4/10	16/24
N. R. Estuary	15/16		19/20		15/16	
Other near area*	15/16		19/20		15/16	

*West Nakdong River, Macdo River and Joman River area

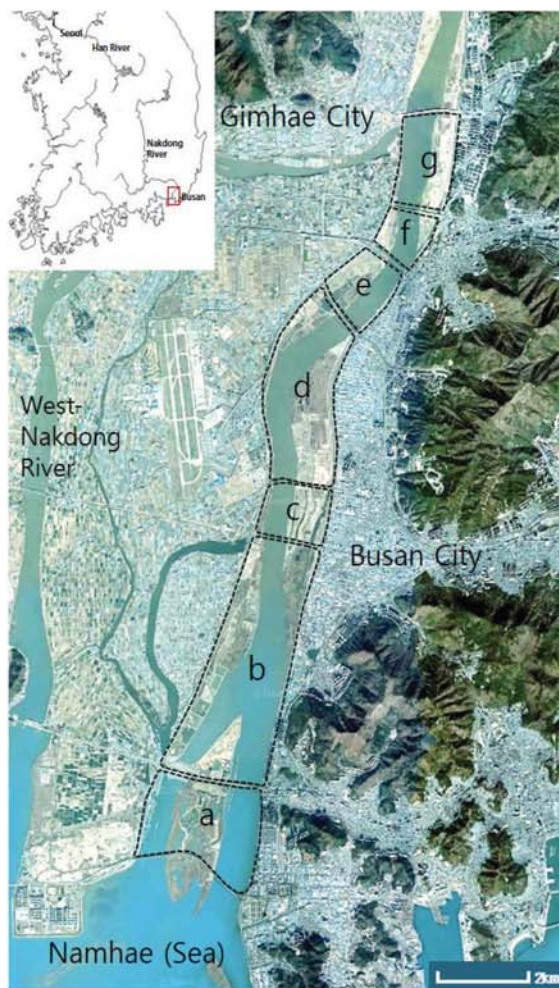


Figure 1. Survey section of the study.

(a: Eulsookdo Bridge to Haguduk B., b: H. to Nakdong B., c: N. to Tram B., d: T. to Gangseonakdonggang B., e: G. to Gupo B., f: G. to 2Nakdong B., g: 2N. to Hwamyung B.)

교량구간 내 개체수와 을숙도대교 외부 낙동강하구일대와 기타 주변지역(서낙동강, 맥도강, 조만강일대) 개체수의 변화

및 관계성을 비교하여 살펴보고자 을숙도대교 남단일대와 기타 주변지역을 구분하여 함께 조사를 진행한 후 이 일대 전체 큰고니 개체수와 비교고찰을 진행하였다. 을숙도대교 남단 조사는 하루부 개체수와외의 객관적 비교가 가능하도록 월별 중반기(매월 15~20일)에 조사를 진행하여 총 3회 진행하였다. 전체 조사 면적은 낙동강 하루부 약 26km², 낙동강하구 약 35km², 기타지역 약 17km²이다.

현장조사는 교량구간 전체를 확인할 수 있는 조사지점을 각 구간별로 1~4개소씩 현장에서 판단하여 정점조사로 조사를 진행하였다. 조사팀은 2인 1조를 기본으로 하였으며 큰고니 개체수 확인을 위해 쌍안경과 필드스코프를 병행 이용하였다.

교량구간 조사는 시계열별로 2일씩 조사를 진행하였다. 낙동강 하구 및 기타지역 조사는 월별 1회를 기준으로 2일을 연속하여 조사를 진행하였다. 조사팀 구성은 낙동강 하구를 대상으로 한 야생조류 정기 모니터링에 최소 10년 이상 참여하고, 국립생물자원관 겨울철 야생조류 동시센서스 조사원으로 활동하고 있는 조사자를 팀별 최소 1인 이상 배치하여 조사의 신뢰성을 높이고자 하였다.

결과 및 고찰

1. 조사구간별 큰고니 출현현황

2018~2019년 큰고니 월동시기를 월동 초기부터 후기까지 보름 간격으로 총 6개 시계열로 구분하여 조사를 진행하여 획득한 각 교량구간별 큰고니 개체수를 기록한 것이 Table 2이다. 큰고니는 특정 지역에서 월동기 전체를 보내지는 않으며 월동기 동안에도 월동지를 이동하는 경향을 보이는데(Jeon and Cho, 2006) 본 조사에서도 이러한 특성이 나타나고 있었다. 큰고니 출현 개체수는 동일 구간에서 월동기간 동안에도 시계열별로 큰 차이를 보이고 있었으며, 조사구간 전체에 출현하는 총 개체수도 시기별로 많은 차이를 보이고 있었다.

세부 구간별로 시계열별 출현 개체수를 살펴보면 총 7개 구간 중 4개 구간에서는 월동기 내내 큰고니가 관찰되지 않았고, 낙동대교~경전철교량구간(section c)에서는 월동 초기인 12월

Table 2. Whooper swan population of each study section in Nakdong river.

Population of whooper swan	a	b	c	d	e	f	g	Sum	Nakdong River Estuary	Other near area*
Early Dec. 2018	0	24	0	183	0	0	0	207	539	392
Late Dec. 2018	0	82	2	313	0	0	0	397		
Early Jan. 2019	0	43	0	214	0	0	0	257		
Late Jan. 2019	0	192	0	256	0	0	0	448	856	188
Early Feb. 2019	0	163	0	321	0	0	0	484		
Late Feb. 2019	0	313	0	2	0	0	0	315	571	218
Average	0	136	0	215	0	0	0	351	655	266

(a: Eulsookdo Bridge to Haguduk B., b: H. to Nakdong B., c: N. to Tram B., d: T. to Gangseonakdonggang B., e: G. to Gupo B., f: G. to 2Nakdong B., g: 2N. to Hwamyung B.)

*West Nakdong River, Macdo River and Joman River area

하반기에 두 마리가 관찰된 것이 유일하였다. 이에 해당 지역들은 이미 큰고니의 안정적 서식처로서의 기능을 하지는 못하는 지역으로 판단할 수 있었다. 큰고니가 군집을 형성하며 출현한 구간은 7개 구간 중 단 2개 구간에 불과하였는데, 경전철교량~강서낙동강대교구간(section d)은 본 조사구간에서 유일하게 월동초기부터 월동후기까지 큰고니 개체군이 안정적인 규모로 관찰된 구간이었다. 이 구간에서는 월동 초기인 12월 초에 183개체가 관찰된 것을 시작으로 12월 말에 313개체가 관찰된 이후 이듬해 2월 초에 321개체로 가장 많은 개체가 관찰될 때까지 꾸준히 200개체 이상 관찰되었다. 다만, 2월 말 월동을 마치고 번식지로 돌아가기 직전에는 2개체만이 관찰된 바 있다.

큰고니 개체군이 월동기 내내 관찰된 다른 구간인 하구둑교량~낙동대교구간(section b)의 경우 월동초기인 12월 전반기에 24개체가 관찰되던 것이 꾸준히 늘어나는 경향을 보이며 1월 후반기에 192개체, 2월 전반기에 163개체가 관찰되었고 마지막 조사시기인 2월 후반기에는 313개체가 관찰되어 시간이 지나면서 개체수가 증가하는 경향을 보이고 있었다. 전체적으로 낙동강하류부의 큰고니 월동주기는 월동초기에서 후기로 갈수록 증가하는 경향을 보였다. 이상의 일정한 패턴을 먹이와 관련지어 생각할 경우 월동초기에는 낙동강하구와 서낙동강 주변지역을 좀 더 선호하는 경향을 보였으며, 후기로 가면서 낙동강하류부로 일부 이동하는 것으로 볼 수 있었다.

낙동강하구와 주변지역을 함께 비교하여 살펴보면, 전체 낙동강 하구 일대 1,300여 개체 정도가 월동하는 것으로 확인된다. 10여 년 전까지 낙동강하구일대 큰고니 월동개체수가 2,000개체를 넘으며 국내 최대 큰고니 월동지(Yu et al., 2010)였으나 최근 정부 동시센서스조사(NIBR, 2018)에서 큰고니 개체수는 낙동강하구보다 주남저수지에 집중하는 경향을 확인할 수 있었다. 이러한 큰고니 월동지 변화경향으로 판단할 때, 낙동강 하

구의 큰고니 월동지 기능이 주남저수지에 비해 상대적으로 더 나빠졌다고 볼 수 있었다. 다만, 주남저수지 또한 인접지역의 개발이 지속적으로 일어나고 있는 만큼 멸종위기 야생조류의 월동지 선택요인이 단순히 개발 요인이라고 단정하기에는 무리가 있어 이에 대한 추가적인 연구가 필요한 것으로 판단되었다.

낙동강하류부와 낙동강 하구, 서낙동강 및 주변지역의 큰고니 분포를 시계열별로 비교하여 살펴보면, 월동 초기인 12월에는 3개 지역에 비교적 고르게 분포하는 것을 볼 수 있었는데 겨울이 깊어지는 1월에는 상대적으로 낙동강하구를 이용하는 개체가 늘어나고 서낙동강주변 개체가 크게 줄어드는 경향을 보였다. 이러한 특성은 월동후기까지 이어지고 있어 서낙동강 주변의 경우 초기 큰고니 월동개체가 월동 전 기간 생활하기에는 어려운 서식지로 판단할 수 있었다. 낙동강하류부의 경우 국지적 측면에서 개체이동이 있으나 전체 개체수의 변화는 상대적으로 많지 않은 것을 확인할 수 있었다.

큰고니가 안정적으로 출현하고 있는 2개 구간과 출현하지 않는 5개 구간의 물리적 특성을 살펴보면, 가장 뚜렷한 차이는 교량 사이의 길이이다. 안정적 출현구간 2개소는 교량사이 구간이 4km를 넘어 비교적 긴 구간이었으나, 반대로 큰고니 출현이 없는 5개 구간은 모두 교량사이 구간길이가 2km이하의 짧은 구간이었다. 길이에 따라 변하게 되는 제외지의 면적 또한 관계가 깊다고 판단할 수 있었으나 면적이 큰 차이를 보이지 않는 a와 d구간의 개체수 차이가 현저하게 나타나는 점에 비추어 제외지 면적보다는 교량사이 간격이 더 크게 작용한다고 볼 수 있었다.

큰고니의 취식 및 휴식이 수면에서 주로 일어나고 있는 만큼 제외지 수면의 비율이 영향을 미치는가를 살펴보았는데 안정적으로 출현하는 지역의 수면비율은 52.8%(Section b), 39.5%(Section d)로 두 지역의 비율차가 크게 나타나고 있었고 미출

Table 3. Distance and area of each study section in Nakdong river.

Section	a	b	c	d	e	f	g	Sum	Nakdong River Estuary	Other near area*
Distance of Section (km)	2.1	5.2	1.2	4.1	1.5	1.2	2.1	17.4	-	-
Area of S. (km ²)	4.7	9.2	1.6	5.6	1.7	1.1	2.2	26.1	35km ²	17km ²
Ratio of Water area (%)	54.0	52.8	36.9	39.5	42.9	50.9	59.5	-	-	-

(a: Eulsookdo Bridge to Haguduk B., b: H. to Nakdong B., c: N. to Tram B., d: T. to Gangseonakdonggang B., e: G. to Gupo B., f: G. to 2Nakdong B., g: 2N. to Hwamyung B.)

*West Nakdong River, Macdo River and Joman River area

현지역 5개소 또한 편차가 크게 나타나고 있어 제외지에서 수면이 차지하는 비율이나 둔치비율이 큰고니의 월동에 영향을 주지는 않는 것으로 확인되었다. 아울러 낙동강 하구로부터의 이격거리와도 연관성은 없는 것으로 판단된다.

낙동강은 2009년부터 진행된 4대강사업에 의해 부산시계 내 낙동강 둔치 대부분에 수변공원을 조성하여 시민들이 이용하고 있는 만큼 구간별 둔치의 이용특성 또한 대동소이하여 둔치이용의 차이로 인한 월동지 선택의 가능성은 미미한 것으로 판단된다. 아울러 동 사업의 일환으로 진행된 하상굴취작업으로 수면 내부환경 또한 큰 차이는 없는 것으로 판단할 수 있었다. 이에, 구간별 큰고니의 월동개체수 차이는 교량의 영향이 크게 작용한다고 판단되었다. 다만, 하상굴취사업 이후 하천 흐름에 의해 수심변화 및 수변식생 분포변화 등의 큰고니 서식 환경 변화가 일어났을 가능성을 배제할 수는 없어 이에 대한 연구는 추가적으로 진행될 필요성이 있었다.

월동초기 정착과정에서 큰고니가 집단으로 월동하는 지역은 상대적으로 먹이가 풍부하면서 외부로부터 안전한 서식처로 판단할 수 있다. 본 조사결과 낙동강 하류부에서 큰고니의 안전한 월동 먹이터는 경전철교량-강서낙동강대교구간이 해당되며, 본 구간의 먹이가 적어지게 되는 월동 중반기 이후부터는 본 구간과 하구둑-낙동대교 구간을 함께 이용하며 월동하는 것으로 볼 수 있었다. 따라서 낙동강하류부에서 큰고니가 가장 안정적으로 월동할 수 있는 구간은 경전철교량-강서낙동강대교구간으로 판단된다.

큰고니의 핵심서식처인 을숙도 일대 을숙도대교-낙동강하구둑 일대에서 큰고니 관찰이 없는 것은 교량사이의 간격이 협소하게 형성되어 하천 수면에 큰고니가 월동하기에는 부적합한 것이 가장 큰 원인으로 판단된다. 이는 큰고니가 출현하지 않는 구간이 낙동강 하류의 여타 물리적 특성이 유사한 데 반해 교량과 교량사이의 구간이 매우 짧다는(1~2km) 공통점을 보이기 때문이다. 반면 큰고니 개체군이 관찰된 구간은 교량과 교량 사이가 4km를 넘는 비교적 긴 구간이라는 공통점이 있었다.

2. 결론 및 제언

낙동강하구 일대는 야생조류 서식처로서의 가치가 인정되어 강력한 보호지역으로 지정하여 관리하고 있음에도 불구하고 주변의 각종 개발과, 내부의 교량건설 등으로 인해 큰고니를 포함한 멸종위기 야생조류의 서식처 기능이 지속적으로 약화되고 있다. 낙동강 하구에서 월동하는 대표적 보호종인 큰고니 또한 월동개체가 지속적으로 줄어들고 본 지역보다 주남저수지가 더 많아지는 상황에까지 이르렀다. 낙동강 하류를 대상으로 교량구간별 큰고니의 월동특성을 살펴봤을 때, 큰고니 월동지 기능 측면에서 교량이 부정적인 역할을 하는 것으로 판단되었다. 특히 교량과 교량 사이가 2km 정도로 짧은 지역의 경우 큰고니 월동개체가 거의 관찰되지 않아 큰고니 월동지로서의 역할은 기대하기 어려운 것으로 판단되었다. 이러한 특징은 큰고니의 먹이활동 특성상 안전거리의 확보가 중요하며(Pöysä 1987), 비상상황에서 빠르게 비상할 수 있는 물리적 거리 또한 중요한 상황에서, 하늘을 가로지르는 교량 자체뿐만 아니라 교량을 지나는 차량움직임 및 소음 등이 큰고니에 위협요소가 되는 것으로 보인다. 다만, 교량이 조성되기 이전 본 지역의 큰고니 월동개체수가 면밀히 조사된 자료가 없어 객관적 비교는 가능하지 않아, 큰고니 월동개체가 관찰되지 않은 것이 전적으로 교량조성에 따른 영향으로 단언할 수는 없었다. 아울러, 본 연구가 1회의 월동기간에 조사된 결과로 당해년도의 먹이구조 및 환경여건의 특수성을 반영하지 못할 수도 있어 중·장기적 모니터링과 하상 및 둔치의 큰고니 먹이원의 차이 등의 연구가 필요한 것으로 판단되었다.

본 조사대상지의 대부분 지역은 멸종위기 월동 야생조류의 보호를 위해 1966년 문화재보호구역으로 지정하여 관리하고 있는 지역임에도 멸종위기종의 서식환경에 대한 국지적 변화 모니터링은 진행되지 않고 있어 향후 멸종위기종의 서식처 유지를 위한 연구가 보다 정밀하게 진행될 필요성이 있었다.

감사의 글

본 연구를 위한 조사와 자료정리에 힘써주신 습지와새들의 친구 김시환님, 천성광님, 김경철님, 김영숙님, 정민욱님, 이찬우님, 김정태님, 권미경님, 그리고 박중록님과 낙동강일대 자연생태계 및 야생조류 보호에 꾸준히 헌신하고 계시는 습지와새들의친구 회원 및 활동가 모든 분들께 깊은 감사를 드립니다.

REFERENCES

- Chisholm, H. and C. Spray(2002) Habitat usage and field choice by mute and whooper swans in the tweed valley, Scotland. Proceedings of the 4th International Swan Symposium, Waterbirds: The International Journal of Waterbird Biology, USA, Waterbirds 25(Special Publication 1): 177-182.
- Choi, J.H., Y.M. Moon, J.Y. Shin and J.C. Yoo(2010) Relationship between foraging area availability according to water level and wintering waterfowl. The Korean Journal of Ornithology 17(4): 303-316. (in Korean with English abstract)
- Cramp, S. and K. E. L. Simmons(1977) Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa: The birds of the Western Palearctic. Vol. 1: Ostrich to ducks. Oxford University Press. Oxford. 722pp.
- Hahm, K.H. and J.H. Kang(1997) Nine year records of waterbirds in the West-Nakdong River, 1988-1996. Bulletin of Korea Institute of Ornithology 6(1): 35-45. (in Korean with English abstract)
- Hahm, K.H. and T.J. Kim(2001) Population fluctuations of *Cygnus cygnus* and *C. columbianus* during 11 years, on Junam reservoir of Kyungsangnam-do (1989-1999). The Korean Journal of Ornithology 8(1): 47-53. (in Korean with English abstract)
- Hong, S.B.(2004) Regional characteristics of bird community in Nakdong river basin. Korean Journal of Ecology 27(5): 269-281. (in Korean with English abstract)
- Hong, S.B.(2009) Regional characteristics of bini in Nakdong Estuary. The Korean Journal of Ornithology 16(1): 11-27. (in Korean with English abstract)
- Hong, S.H. and M.Y. Ahn(2016) Relationship between the behavior pattern of Wintering cygnus and distribution of *Nelumbo nucifera*. Korean Journal of Environment and Ecology 30(5): 848-856. (in Korean with English abstract)
- Jeon, K.H. and S.R. Cho(2006) A studies on the wintering distribution of the whooper swan (*Cygnus cygnus*) within the Seo-san area, Korea. The Korean Journal of Ornithology 13(2): 97-104. (in Korean with English abstract)
- Kang, J.H., I.K. Kim, S.H. Yoo, T.H. Kang and W.K. Paek(2008) Current status and distribution of the Natural Monument Bird species in Korea. The Ornithological Society of Korea 15(1): 73-84. (in Korean with English abstract)
- NIBR(2018). 2017-2018 Winter waterbird census of Korea. National Institute of Biological Resources, Incheon. 294pp. (in Korean with English abstract)
- Pöysä, H.(1987) Feeding-vigilance trade-off in the teal (*Anas crecca*): Effects of feeding method and predation risk. Behaviour 103: 108-122.
- Yu, J.P., J.H. Kang, S.D. Jin, I.H. Paik, K.H. Hahm and W.K. Paek(2010) Distribution status of National Monument Birds in Nakdong River estuary. Mun Hwan Jae 43(1): 86-99. (in Korean with English abstract)

