

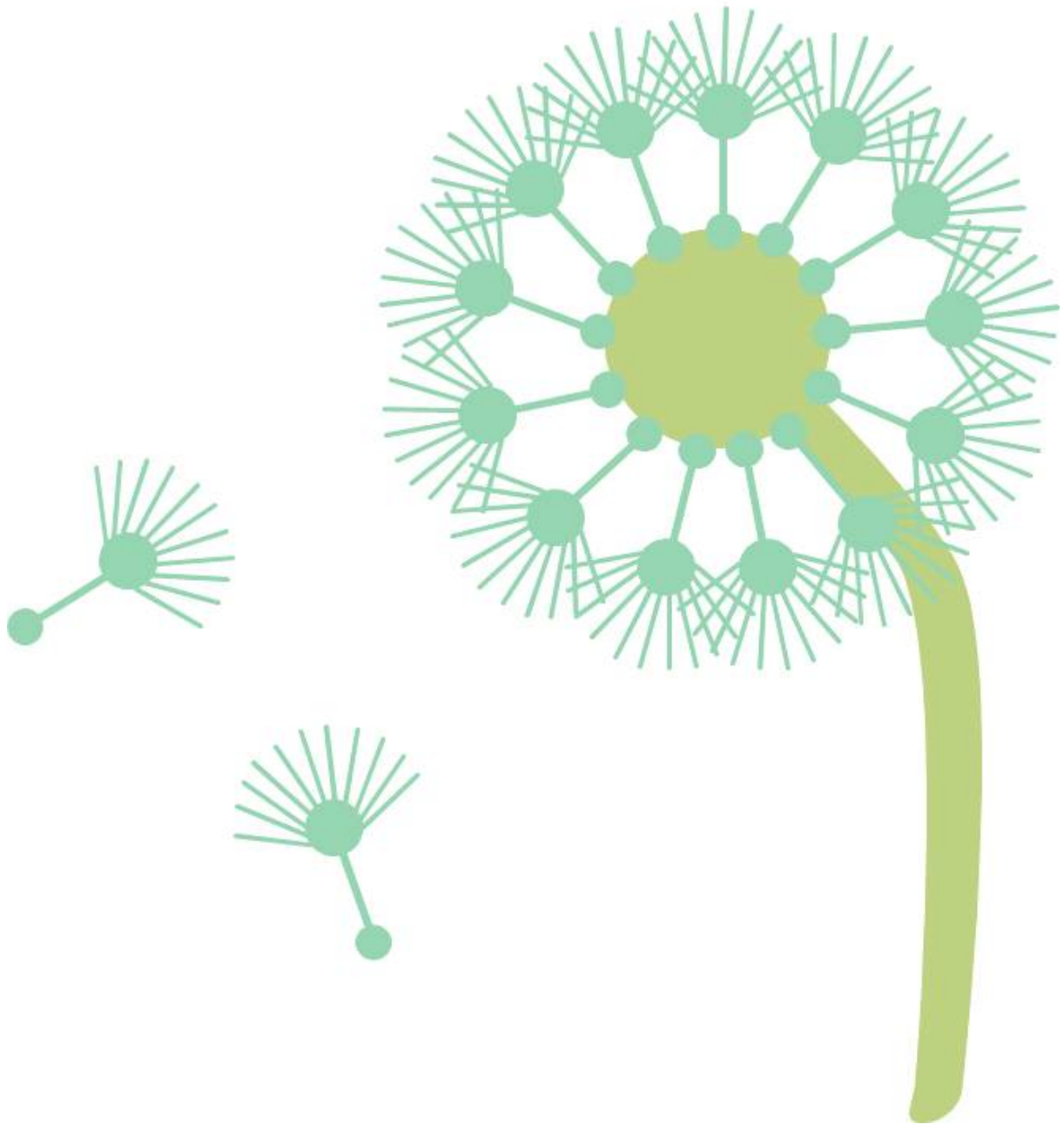
2018

4월

# NIE

## 해외교류연구원

### 활동보고서



|                              |    |
|------------------------------|----|
| 1. 독일: 로드킬의 원인과 방지 방안        | 1  |
| 2. 캐나다: 생태통로와 로드킬            | 7  |
| 3. 호주: 퀸즈랜드의 생태통로 사례 및 정책 조사 | 14 |

## I. 서론

로드킬은 도로에서 야생동물과 자동차가 충돌하는 사고를 말한다. 로드킬은 운전자의 차량을 파손하고 대형 야생동물의 경우 운전자의 생명조차 위협 할 수 있으며 생태적 측면에서도 많은 야생동물의 수를 감소시키고 있다. 또한 로드킬은 도로를 경계로 야생동물의 이동을 저해하여 유전적 교류를 감소시키고 그로 인해 유전적 질병과 멸종을 야기하는 등 생태적으로도 많은 문제를 야기하고 있다.

이 보고서에서는 독일에서 발생하고 있는 로드킬의 발생 현황을 살펴보고 시행되고 있는 다양한 로드킬 방지 방법을 살펴보고자 한다.

## II. 본론

### 1. 독일의 로드킬 상황

#### 가. 로드킬 빈도 현황

2017년 GCV보고에 따르면 로드킬로 인한 독일의 경제적 손실은 0.7억 유로에 해당한다. 발생 빈도는 2분에 한 건 정도로 집계되고 있으며 평균적으로 사고당 2,485 유로에 해당하는 처리 비용이 발생한다. 실제 2017년에 접수된 사고건수는 약 263,000 건 이지만, 야생동물에 의한 추돌 사고로 접수 되는 경우 대부분 사슴과 같은 비교적 큰 동물이기 때문에 로드킬로 인해 죽는 야생동물의 수는 실제 로드킬로 보고되고 있는 수보다 많을 것으로 예상 하고 있다.

#### Wildunfälle – die unterschätzte Gefahr

Anzahl der Pkw-Wildunfälle und Leistungen der Teil- und Vollkaskoversicherer



그림 1. 로드킬에 의한 연간 피해금액 추이

로드킬의 발생은 분포가 산발적이지 않고 특정 지역에서 몰려 발생하기 때문에 자동차와 야생동물 사이의 우연적인 조우에 의한 사고보다는 사고 발생 지역의 지형적 특수성과 동물의 이동 특성의 결합에 의해 발생한 것일 가능성이 높게 판단되고 있다. 동물의 이동은 낮과 밤의 변화, 계절적 변화, 종 별 서식지 변화에 의해 발생되기 때문에 로드킬의 원인 판단에 야생동물의 주변 환경 변화에 따른 반응을 주목해야 할 것으로 판단되고 있다.

사슴과 자동차 간의 충돌이 가장 빈번하게 보고되고 있다. 사슴과 자동차 간의 충돌은 2016년에 비해 25%증가 하였으나, 사슴이 아닌 야생동물과 자동차 간의 충돌은 오히려 5-10% 감소하는 결과를 보였다. 이 결과는 자동차 통행 빈도의 증가, 도로의 확장과 같은 인간 활동에 의해 사슴-자동차 간 충돌이 증가했다기 보다는 사슴이 수가 증가하여 사슴, 자동차간 충돌 횟수가 증가 한 것으로 판단되고 있다.

독일에서는 로드킬의 수를 줄이기 위해서 울타리, 생태통로, 경고 신호 등 비교적 비용이 많이 요구되는 방법과, 속도 감소 제도, 운전자 교육 등을 실시하고는 있지만, 그리 큰 효과는 보고 있지 않다. 다만, 시각적 경고를 이용한 경고 반사판(Wildlife Warning Reflector) 만이 로드킬을 줄이는데 유의미한 결과를 보이고 있다. 다만 이 방법 또한 효율성에 대해서는 아직 논의가 진행 중이다.

## 2. 로드킬 발생 빈도 감소 방안

### 가. 경고 반사판(Wildlife Warning reflector)

경고 반사판은 동물의 시각영역을 자극하는 방법 중 하나이다. 도로 양 옆으로 설치 된 경고 반사판은 자동차가 지나갈 때 헤드라이트로부터 나온 빛에 의해 발광하게 된다. 이 빛은 도로를 건너려고 하던 동물들의 시각을 자극하여 일시적으로 멈추게 하여 사고를 예방한다.

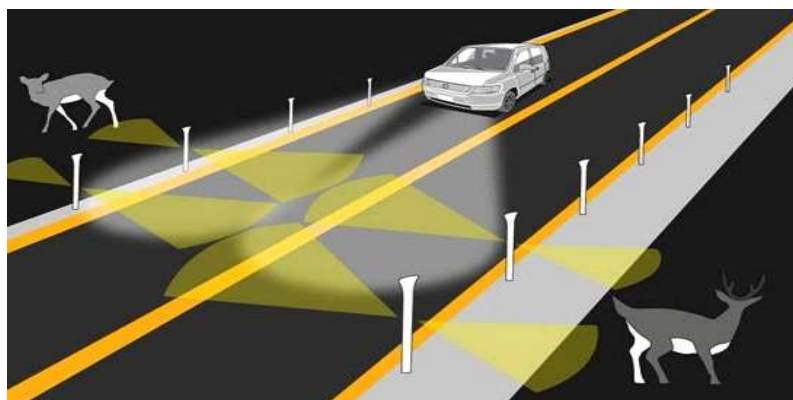


그림 2. 경고 반사판의 작동 모식도

인간의 경우 붉은 색을 경고 표시로 받는 반면, 동물의 종에 따라 다른 색을 경고 표시로 인지하기 때문에 동물 종에 따른 반사판 부착이 효과적인 결과를 가져올 것으로 판단된다. 예를 들어 대부분의 유제류는 붉은색의 650nm는 색으로 인지되지 않기 때문에 붉은색 경고 반사판으로 이용해도 효과를 볼 수 없다. 유제류는 이보다 짧은 파장인 450-550nm 의 파장을 인지하기 때문에 푸른색, 혹은 초록색 계열의 경고 반사판을 이용해야 효과를 볼 수 있다.

다만, 이 방법이 실제로 동물에게 영향을 미치는지에 대해서는 논의가 필요하다. 로드킬이 발생하는 횟수에 경고 반사판이 직접적인 영향을 주었는지에 대해 정확한 판단이 필요하기 때문이다. 실제 경고 반사판이 동물에게 영향을 미치는지 확인하기 위해서 동물들을 GPS로 추적하여, 경고 반사판이 설치된 곳에서 행동의 변화가 있는지 여부를 확인하고 있다.

#### 나. 적외선 탐지 시스템(animal-activated electronic wildlife-crossing-system)

적외선 탐지 시스템은 경고 반사판과 동일하게 동물의 시각 영역을 자극하는 방법 중 하나이다. 이 방법을 사용하기 위해서는 사전에 동물들을 GPS 추적으로 자주 이동하는 경로 파악을 먼저 해야 한다. 이 후 빈번하게 이동하는 도로에 양 옆으로 담장을 설치함으로써 적외선 카메라가 설치되어 있는 곳으로 동물을 유도한다. 독일 슐레스비히-홀슈타인 지역에 설치된 적외선 탐지 시스템의 경우 담장이 3.5km, 적외선 탐지 지역은 가로 50m, 세로 20m 이다.

동물이 담장을 따라 적외선 탐지 지역까지 와서 적외선 센서에 의해 열 감지와 움직임 감지가 되면 LED 경고 신호가 활성화 된다.

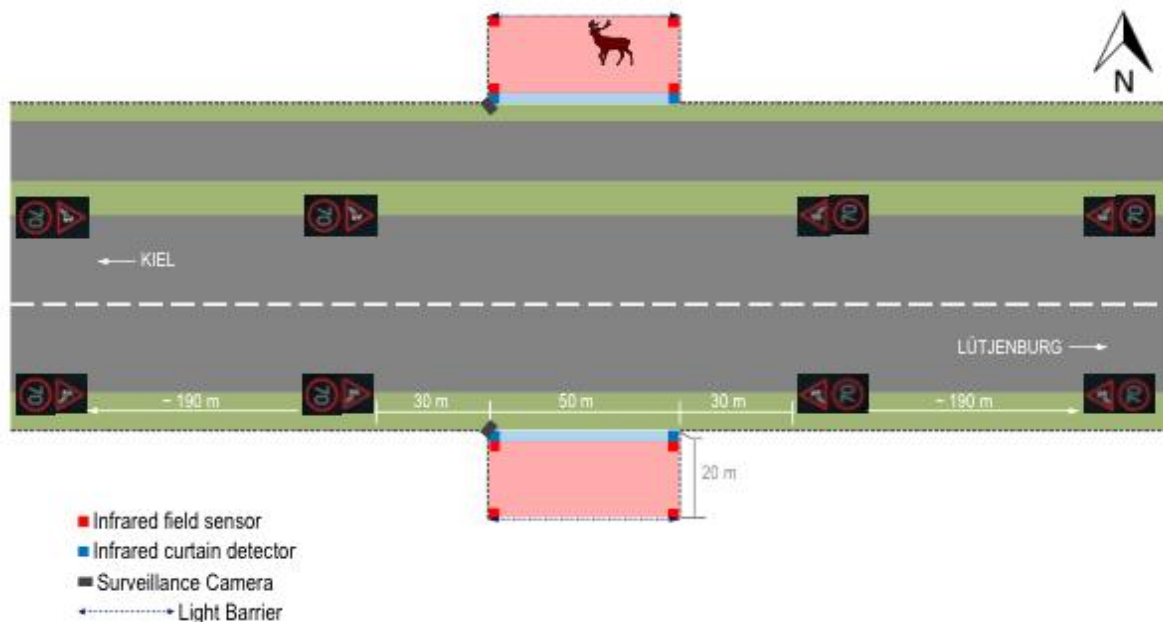


그림 3. 적외선 탐지 시스템의 모식도

이 방법은 경고 반사판에 비해서 더 능동적으로 동물의 활동 영역을 통제할 수 있다는 장점이 있으나, 담장의 설치 비용을 무시할 수 없고, 만일 동물이 적외선 탐지 지역으로 이동하지 않고 담장지역을 이탈한다면 효과가 없다는 단점이 있다.

#### 다. 이 외의 로드킬 방지 방안들

경고 반사판과 적외선 탐지 시스템은 비용 대비 효율성이 높고, 실제로 효과를 보이고 있는 대표적인 로드킬 방지 방법들이다. 그러나 이 외에도 도로의 지리적 특징, 야생동물의 종류에 따라 다양한 방법들이 사용되고 있다.

세계적으로 가장 일반적으로 사용되고 있는 생태통로(wildlife crossing)는 동물들이 도로를 건널 수 있는 육교 형태의 시설물이다. 생태통로는 모든 종이 이용 할 수 있다는 장점이 있다. 대형 동물들은 생태통로를 육교 역할로만 이용하지만 몇몇 소형 동물들은 생태통로 위에서 서식지를 형성하는 경우도 관찰되었다. 그러나, 생태통로를 만들기 위해서는 다른 방법들에 비해서 많은 비용이 들고, 야생동물들이 능동적으로 생태통로를 이용하는지에 대해서는 논의가 필요하다.

또 다른 방법은 포식자의 냄새를 이용한 방법이다. 초식동물이 빈번하게 이동하는 지역에 포식자의 냄새를 포함한 스프레이를 뿌려서 도로로의 이동을 막는 방법이다. 여러 초식동물에게 적용될 수 있다는 장점이 있지만, 일시적인 효과만 볼 수 있고, 도로의 지리적 특징에 따라서 효과가 없는 경우가 관찰되기도 하였다. 또한, 지속적으로 사용 할 경우, 야생동물 집단 간의 교류를 저지한다는 측면에서 생태적으로도 부정적인 견해가 많다.

### Ⅲ. 결론

도로에 의한 서식지 분할(Habitat fragmentation)은 집단 간의 유전적 교류를 저해한다. 또, 도로에 의해서 서식지와 번식지가 나뉘어져 도달이 어려울 경우 멸종을 야기하기도 한다. 이전에는 1차원적인 방안으로, 그리고 인간의 시각에서 운전자의 보호를 위해 담장을 설치하여 야생동물이 도로로 들어오는 것을 막았지만, 이 방법은 동물의 이동을 막는다는 단점이 제기 되어왔고, 인간의 활동에 의해 동물의 활동이 방해 받지 않을 수 있도록 많은 대안들이 제시 되어왔다. 많은 연구들을 통해서 야생동물 별 로드킬 방지 방안들이 제안 되어왔다.

이러한 방법들은 실제로 유의미한 효과를 보여주기도 하였으나, 대부분이 운전자와의 사고 위험이 큰 사슴 같은 대형 동물에만 집중 되어 있다. 그러나, 소형 야생동물들 역시 로드킬로 많은 수가 도로에서 생을 다하고 있다. 결과적으로 소형 동물을 포함한 보고되지 않는 로드킬의 빈도를 줄이기 위해서는 불필요한 도로의 수를 줄이는 것이 가장 직접적인 해결책이 될 것이다.

## 참고문헌

- Benten A, Annighöfer P and Vor T (2018) Wildlife Warning Reflectors' Potential to Mitigate Wildlife-Vehicle Collisions—A Review on the Evaluation Methods. *Front. Ecol. Evol.* 6:37. doi: 10.3389/fevo.2018.00037
- Bíl, M., Andrášik, R., and Janoška, Z. (2013). Identification of hazardous road locations of traffic accidents by means of kernel density estimation and cluster significance evaluation. *Accid. Anal. Prev.* 55, 265-273. doi: 10.1016/j.aap.2013.03.003
- Conference: Conference: IENE 2014 International Conference on Ecology and Transportation, At Malmö, Sweden
- Kämmerle J-L, Brieger F, Kröschel M, Hagen R, Storch I, Suchant R (2017) Temporal patterns in road crossing behaviour in roe deer (*Capreolus capreolus*) at sites with wildlife warning reflectors. *PLoS ONE* 12(9): e0184761.
- [www.bmel.de](http://www.bmel.de)
- [www.gdv.de](http://www.gdv.de)
- [www.spiegel.de](http://www.spiegel.de); Germany' s New Anti-Roadkill Offensive by Julia Koch



# 캐나다 생태통로와 로드킬 Eco Bridge and Roadkill in Canada

장지훈

## I. 서론

캐나다는 러시아 다음으로 넓은 면적의 토지를 보유하고 있지만 상대적으로 대한민국보다 적은 인구로서 도시간 이동거리가 매우 길고 시외의 국도 및 고속도로는 매우 한적하다. 특히 야생동물과 천연기념물이 다수 존재하는 국립공원 일대에 고속도로가 통과하는 사례가 많아 로드킬이 빈번하고 그 피해는 야생동물 뿐만 아니라 인명 피해 및 막대한 보험비용 등을 야기한다.

캐나다는 서부 록키산맥에 위치한 밴프 국립공원을 중심으로 로드킬 사례, 야생동물의 이동경로 및 습성, 그리고 효율적인 이동방안 등에 대한 연구를 이미 90년대부터 시작하였으며 현재 막대한 영상, 사진, 지도 등의 자료들을 확보하였고 설계 경쟁 입찰을 통해 최적의 디자인을 선정하여 고속도로를 가로지르는 생태통로를 건설하였고, 현재도 진행 중이다. 뿐만 아니라 로드킬 당한 동물의 활용을 놓고도 지속가능한 생태 사이클을 고려하여 사체로 야생동물을 안전한 경로로 유인하는 방법도 최근에 시범적으로 시행하고 있을만큼 생태통로를 이용한 야생동물의 보호에 있어서 만큼은 모범적인 사례로 꼽히고 있다.

본 조사는 캐나다의 로드킬 사고에 대한 개요와 현황, 로드킬에 대한 캐나다인의 인식에 대하여 알아보고 록키산맥에 위치한 서부 고속도로의 생태통로와 그 관련 연구에 대한 성과와 현황에 대하여 서술하고자 한다.

## II. 본론

### 1. 캐나다의 로드킬

#### 가. 사고 현황 및 사고 처리 방법

##### (1) 통계

캐나다에서 로드킬은 사고를 당하는 동물의 입장에서는 매우 안타까운 일이지만 우리 인간들의 입장에서는 적지 않은 인명과 물적 피해를 가져온다. Desjardin이라는 한 보험사의 통계 조사 결과에 따르면 록키산의 국립공원을 가지고 있는 알버타주의 경우 매년 여섯명의 사망자가 발생한다고 한다. 이는 323건의 로드킬 사고 중에 발생하는 인명피해 사례이다. Alberta 주의 좌측에 위치한 BC 주의 경우 매년 384건의 로드킬 사건이 발생하며 연간 2천 4백억의 재산 피해를 가져온다. 5월부터 6월 사이, 그리고 10월부터 1월 사이에 특히 로드킬이 자주 발생하는 것으로 나타난다. 2/3 나 낮에, 그리고 86%가 좋은

날씨에서 발생하는 것으로 보면 시야가 확보되는 양호한 환경에서 더 주의를 기울일 필요가 있다는 것을 보여준다. 한가지 희망적인 사실은 그동안 건설된 24 개의 생태통로를 통해서 총 80%의 로드킬 사례가 감소하는 것으로 나타났다.

## (2) 로드킬에 대한 캐나다인의 관습

캐나다 사람들 중 분명 로드킬을 경험하기를 원하는 사람들이 존재한다. 우연하게 겪게 되는 사고이지만 그것을 통해 박제를 하고 바베큐를 하거나 뿔같은 소장품을 가지게 되는 행운을 가질 수 있다고 생각한다. 사람들은 로드킬 된 고기가 야생이기 때문에 일반적인 정육점 고기와는 다르게 인공 호르몬이 없는 신선한 고기라고 생각하기 때문에 더 인기가 있다. 병원균이나 기생충 등 위생적인 부분은 고려해야 한다.

## (3) 로드킬 관련 규칙

로드킬에 대해서 모든 주의 법률은 관대한 편이다. 각 주에서는 로드킬 된 고기를 확보할 수 있는 목록을 제시하고 있으며 구체적인 신고 방법을 정하고 있다. 온타리오주의 경우 캐나다에서 가장 관대한 편인데 대부분의 동물의 소장 및 식용이 가능하도록 하고 있다. 검은 곰, 대머리 독수리 뿐만 아니라 코요테 등의 동물을 허용하고 멸종위기에 놓인 동물들은 제외하고 있다. 다만 소유권 통지 양식을 우편 또는 웹사이트를 통해 작성해야 하며 이를 일주일 안에 주정부는 승인해 준다.

BC 주의 경우 상대적으로 엄격한 편인데 어떠한 동물의 사체라도 가까운 산림 자원부에 신고를 해야 한다. 해당 기관과의 예약을 통해 야생동물 허가서를 받게 되는데 온타리오주 같이 멸종위기 종은 당연히 허가될 수 없으며 경매가치로 200 달러 이상이 예상되는 사체의 경우도 허가될 수 없다. 허가 마저도 30~60 달러 정도의 수수료를 부담해야 한다.

내륙 중심에 위치한 사스카추완 주의 경우에도 엄격한 허가 절차를 가지고 있는데 당국에서 엑스레이를 통해 (포획자 부담) 사인을 판명하여 사냥과 같은 고의에 의한 살육이 아닌 경우는 허가를 발급해 준다.

북극에 가까운 유콘 주는 온타리오주와 같이 신고와 허가 절차만으로 동물의 사체를 확보할 수 있다. 상대적으로 인구밀도가 현저하게 적고 척박한 환경이기 때문에 자연사한 동물도 쉽게 발견될 수 있어 로드킬 동물의 포획에 대하여 엄격한 제한을 두고 있지는 않다. 다만 모든 주가 공통적으로 제한하는 멸종위기종은 불허하고 있다.

## 나. 로드킬 사체의 활용

### (1) 동물 사체의 재배치

4월 첫째주부터 캐나다 국립공원 당국은 로드킬 당한 동물 사체들을 곰의 먹이로 공급하기 위해 공원 일대에 배치시키기 시작하였다. 동면을 마치고 먹이를 찾아 돌아다니는 곰에게 영양을 공급하기 위한 시도이지만 관광객의 접근이 빈번한 지역으로부터 격리하기 위한 조치이다. 최근 3월 24일에 보우벨리라는 마을 인근에 불곰의 출현이 보고되었다.

일반적으로 동면을 마치고 산에서 내려온 야생 흑곰과 불곰은 매우 굶주려 있는 상태이고 계절적으로도 아직 먹잇감이 준비되지 않은 시기이므로 관광객에게 큰 위험요인이 되며 야생곰으로서도 국립공원을 관통하는 고속도로와 철도로 인한 사고를 당하게 될 가능성이 높아진다. 그래서 곰의 먹이가 되는 무스, 엘크 등의 사체를 곰들의 접근이 가능하지만 인적이 드문 절벽 끝자락 등에 재배치 시킨다. 사체가 되기 전의 동물들은 고속도로나 철로 인근에서 대부분 로드킬을 당한 채로 발견되는데 이를 신속하게 처리하지 않을 경우 먹이를 찾아 내려온 포식자마저도 로드킬을 당하게 되는 결과를 초래하는 2차 피해를 가져온다.

### (2) 성과

2016년부터 시도된 이 동물 사체 재배치는 첫째, 곰 보다는 오히려 늑대들에게 그 수혜가 돌아가 2017년 장소 전환을 통해 성공적으로 시행된 바 있다. 로드킬로 인한 사체의 재배치를 통해 관광객의 안전뿐만 아니라 먹이를 통한 야생 포유류의 유도 및 회피, 그리고 먹이량의 효율적인 운영은 지속가능한 모델의 모범적인 케이스라고 할 수 있다.

## 2. 캐나다의 에코브리지

### 가. 현황 및 연구 개발

#### (1) 역사

에코브릿지가 최초로 설치된 시기는 1950년대로 거슬러 올라간다. 프랑스에서 시작한 에코 브릿지는 상대적으로 작은 땅덩어리를 가진 네덜란드에도 66개에 걸쳐서 분포했었다. 지난 30년 동안 북미에서는 각별히 에코브릿지의 건설에 주의를 기울였는데 그 대표적인 예가 앞서 언급한 벤프 국립공원이다.

벤프 국립공원은 수많은 야생동물을 보유한 명성을 가지고 있지만 록키산맥을 가로질러 캐나다의 동서를 잇는 유일한 고속도로 또한 관통하기 때문에 야생동물의 로드킬이 빈번한 지역이었다. 현재 지하 38개 지상 6개인 총 44개의 생태 통로를 확보하고 있고 82km에 달하는 고속도로 울타리로 야생동물의 출입을 통제하여 안전한 통로로 유인하고 있는데 이는 단일 지역 규모로 볼때 세계에서 가장 긴 생태 통로 시스템으로 알려져 있다.



그림 1. 캐나다 밴프 국립공원 에코브리지

## (2) 연구 성과

1996 년부터 시작된 광범위한 야생동물 모니터링과 학술연구를 통하여 캐나다는 세계 최고의 생태통로 건설이라는 자부심을 가지고 있다. 캐나다 국립공원은 최근에 서부 교통위원회와 록키 미스타키스위원회, 우드콕, 위버포스 기금과 협동하여 생태통로에 대한 연구를 진행하고 있다.

과거 밴프 국립공원을 대상으로 대표적인 연구를 진행한 사례로 토니 크레벤저 박사의 사례를 들 수 있겠는데 세계적으로 고속도로와 야생동물의 대립에 관련한 연구로는 손에 꼽힌다고 볼 수 있다. 비록 지금은 운영중인 웹사이트는 아니지만 Highway wilding ([www.highwaysilding.org](http://www.highwaysilding.org)) 에서 록키산맥을 관통하는 고속도로와 야생동물의 군락, 생태통로를 건설하기 위한 자료수집 및 성과에 대한 방대한 자료를 확인할 수 있다.

크레벤저 박사의 연구에 의하면 대부분의 야생동물은 도로를 마주하게 될 때 울타리로 유도되고 지하통로로 건너게 되는 습성을 확인할 수 있다. 그러나 지상 육교도 꼭 필요한 역할을 수행한다고 볼 수 있기 때문에 육상과 지하의 통로가 적절하게 혼합된 생태통로가 이상적이라고 한다. 그의 밴프 국립공원 연구에 따르면 대부분의 퓨마, 흑곰들은 지하통로를 선호하지만 그 밖의 동물들은 지상 통로를 이용하는 모습이 관측되었다. 이는 천적을 항상 경계하고 있는 엘크나 사슴같은 초식동물들의 발달된 주변 시야와도 연관이 있다.

그의 연구는 야생동물의 이동과 군락에 대한 비교적 좋은 성과를 나타냈지만

여전히 스라소니, 울버린 같은 희귀 개체에 대한 연구는 미진한 상태라고 한다. 울버린은 단독생활을 하며 넓은 생활권을 가지고 있는데 겨울에는 행동범위가 1,000km<sup>2</sup>에 달한다. 단독생활을 하며 한 마리 한 마리가 아주 넓은 지역을 영역으로 삼으며 동성의 개체들은 서로 영역이 겹치는 것을 꺼린다.

그의 연구를 비롯한 캐나다 국립공원의 벤프 국립공원과 생태통로에 대한 연구는 1996년부터 시작되어 11개 대형 포유류의 무려 20만 건의 추적자료라는 방대한 양을 자랑한다.

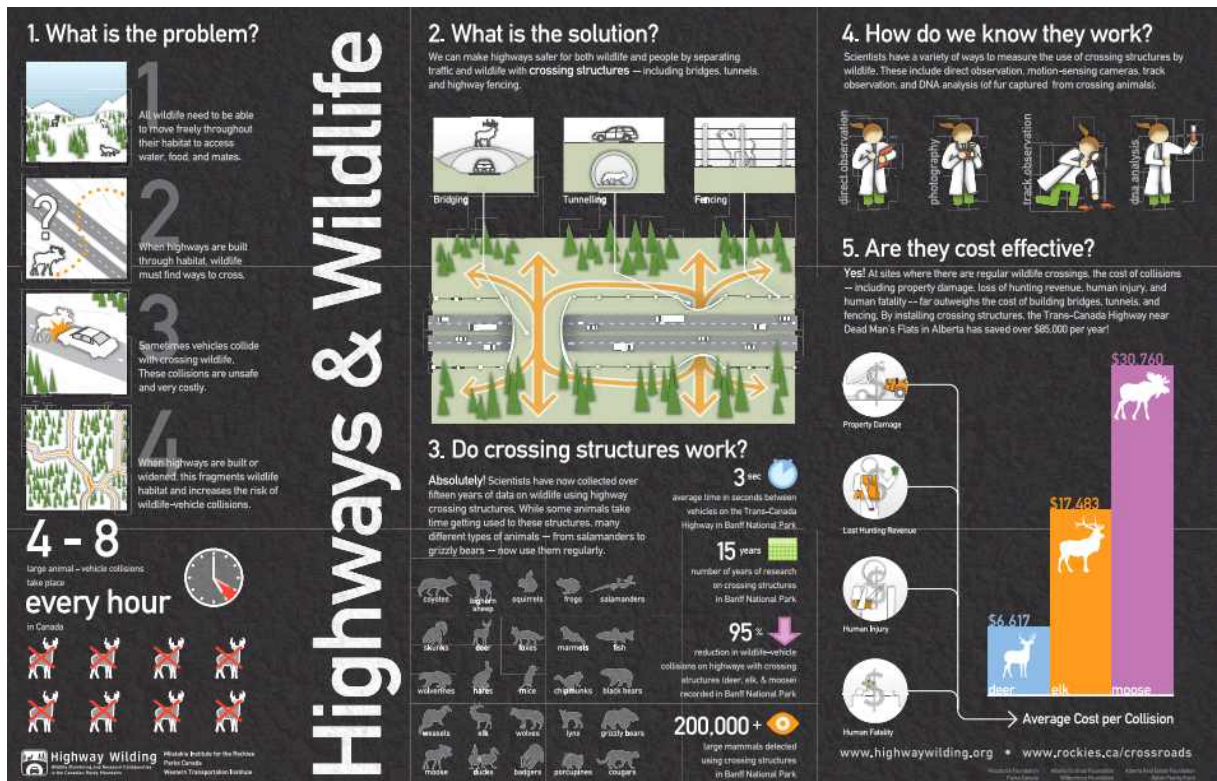


그림 2. 고속도로 생태 통로 인포그래픽 (출처: 캐나다 국립공원)

### (3) 건설

한편 이러한 성공적인 연구와 생태통로 건설의 이면에는 막대한 공사비가 있었는데 1997년 두 개의 육교 건설에 약 250억이 소요되었고 가장 최근에 건설되었다는 4개의 육교에는 개당 450억에서 500억의 공사비가 소모되었다고 보고되고 있다. 다만 연방 고속도로 건설부에서는 육교 건설이 시행되지 않을 경우에 80억 정도의 잠재적인 사회적 비용을 추산하고 있어 투자 가치가 있음을 주장하고 있다.

### Ⅲ. 결론

캐나다의 생태통로에 대한 연구는 대부분 서부 록키산맥 지역을 중심으로 특정한 연구자와 관련 기관들에 의해 이루어졌음을 알 수 있다. 대규모 SOC 투자(건축, 항만, 도로 투자자본)가 진행되는 관과 민간 건설사 주도의 기존 시스템과는 달리 20년 넘게 걸쳐 진행된 방대한 야생동물 습성 연구를 토대로 최종적으로는 설계 전문가들의 경쟁 디자인 입찰을 통해 진행된 생태통로 사업은 세계적으로도 선구적인 모델로 인식되고 있다. 2010년 캐나다 연방정부가 결정한 5개년 계획에 대한 10억원 규모의 야생동물 이동 습성 연구 예산 투입은 고속도로와 생태에 대한 캐나다의 관점을 열 볼 수 있는 부분이다.

로드킬에 대해서는 동물의 직접적인 피해뿐만 아니라 막대한 재정적인 손실을 야기하고 있음을 사회 전반적으로 인식하고 있다. 그렇지만 상당히 빈번한 만큼 주별로 비록 차이가 있지만 융통성있는 사체 처리 방법을 규칙으로 제시하고 있다. 비교적 로드킬이 빈번한 북부와 서부의 인구밀도가 낮은 지역은 신고만으로 사체의 소유 및 처리가 허가되고 대도시 인근 지역은 상대적으로 엄격한 처리 절차를 두고 있음을 알 수 있다.

최근부터 진행되고 있는 로드킬 사체 처리에 대한 국립공원 시범 사업은 수년을 지켜봐야 하겠지만 현재까지는 성공적인 사례로 여겨지고 있다. 사체의 처리와 또 다른 로드킬의 방지, 그리고 동면을 마친 사나운 포식자와 인간의 조우를 막는 방안은 우리의 야생동물 관리에도 시사하는 바 있다고 할 수 있다.



## 참고문헌

- Alexopoulos CJ, Mims CW, Blackwell M. 1996. Introductory Mycology, 4th ed. John Wiley and Sons, Inc., New York. 868pp.
- Buying Product, Yukon Ministry of Environment [accessed 2018 April 20]  
<http://www.env.gov.yk.ca/hunting-fishing-trapping/buyingproducts.php>
- Clevenger, AP, D Duke, R Haddock, R Ament. 2013. Trans-Canada Highway Wildlife and Monitoring Research, Annual Report 2012-13. Prepared for Parks Canada Agency, Radium Hot Springs, British Columbia.
- Cuthbertson, Richard, April 10, 2010, Ottawa Commits \$1M to Protect Banff Wildlife, The Calgary Herald
- Ellis, Cathy, April 19, 2018 April 19, Parks feeding hungry bears roadkill this spring, Rocky Mountain Outlook, [accessed April 22, 2018],  
<http://www.rmoutlook.com/article/Parks-feeding-hungry-bears-roadkill-this-spring-20180419>
- Keep Dead Wild Animal, Ontario Ministry of Natural Resources and Forestry, [accessed April 20 2018]  
<http://www.ontario.ca/environment-and-energy/keep-dead-wild-animal>
- Penny, Kevin, July 11, 2012, Banff overpasses lead the way for change, Banff Crag & Canyon  
<http://www.ontario.ca/environment-and-energy/keep-dead-wild-animal>
- RoadKill, B.C. Ministry of Forests, Lands and Natural Resource Operations [accessed April 20 2018]  
[http://www.env.gov.bc.ca/pasb/road\\_kill.html](http://www.env.gov.bc.ca/pasb/road_kill.html)
- Roadkill wild Animal, Saskatchewan Ministry of Environment, [accessed 2017 May 18],  
<http://www.environment.gov.sk.ca/Default.aspx?DN=c4731dc5-9478-4c4d-8e2f-bfdd866e5a37>
- Startling Stats About Car Accidents Caused by Wildlife in Alberta and BC, Desjardins, [accessed April 20 2018]  
<https://www.desjardinsgeneralinsurance.com/blog/-/startling-stats-about-car-accidents-caused-by-wildlife-in-alberta-and-bc>
- Tepper, Laura, Sep 22, 2011, Road Ecology: Wildlife Habitat and Highway Design, The Design Observer Group  
<http://property.findlaw.ca/article/can-you-keep-roadkill/>

# 호주 퀸즈랜드의 생태통로 사례 및 정책 조사

## Case study of eco-corridor and policy in Queens land, Australia

지형근

### I. 서론

도로에서 발생하는 로드킬(road kill)은 생물다양성에 직접적인 영향을 미칠 뿐만 아니라 운전자와 동승자의 안전을 위협하기도 한다. 또한 자동차 충돌에 의한 동물들의 죽음은 장기적으로 야생동물 개체 수 변화로 인한 생태계에 큰 영향을 미칠 수 있다는 연구 결과들이 나오고 있다. 이에 대한 대책으로 도로 주변의 울타리 설치, 반사경 설치, 운전자들의 경각심을 일으키는 야생동물 주의 안내판 추가, 도로 주변 녹색지대 축소 등의 방법이 있으며 동물들이 안전하게 도로를 건널 수 있는 생태통로도 하나의 대안으로 주목 받고 있다. 생태통로(Eco-Corridor)는 단절된 생태를 연결시키고 동물과 사람의 안전을 함께 추구하는 생태조경(Eco Landscape) 혹은 녹색사회 기반시설(Green Infrastructure)로 지속가능한 발전의 좋은 모델로 인식되고 있다. 이번 보고서는 호주 퀸즈랜드주의 생태통로 사례와 정책 조사를 통해 생태통로 활용방안을 탐구하고자 한다.

### II. 본론

#### 1. 도로 위의 코알라 (Koala on roads)

호주정부 발표자료에 따르면 1997년에서 2011년 사이에 퀸즈랜드주에서 죽은 코알라 중 4,055마리는 차에 충돌한 로드킬에 의한 것이라고 보도했다. 또한 최근 네이처지에 발표된 연구 결과는 1997년부터 2013년까지 퀸즈랜드 남동쪽에서 17년간 진행된 개체수 감소가 치명적(Catastrophic)인 수치를 기록하고 있으며, 그 중 26%가 자동차 충돌에 의한 것으로 밝혔다. 도로위에서 위협을 받고 있는 코알라와 그 심각성에 대한 계속된 보고 자료들은 코알라와 자동차의 충돌사고를 줄이기 위한 다양한 노력으로 나타나고 있으며, 생태통로도 관심받는 하나의 대안으로 등장했다.



## 2. 호주정부와 퀸즈랜드 주정부의 대응



그림1. 도로 위의 코알라, 코알라 및 동물들의

주의를 요구하는 교통 표지판 및 일반 안내 표시

(출처: 퀸즈랜드 주정부, Getty Images)

### 가. 중앙 정부의 조직 구성과 대응

호주 정부는 환경과 자연유산을 보존하고 기후변화 대응과 에너지 관련 정책을 수립 및 추진하는 ‘Department of the Environment and Energy’ (이하 환경·에너지부)가 존재한다. 환경·에너지부의 11개 세부 부서 중 생물다양성(Biodiversity)부서는 멸종위기에 처한 생명체들 보호를 위한 실질적인 정책 수립과 프로그램을 진행하는 위원회 ‘Threatened Species Commissioner’ (환경·에너지 장관이 위원장 임명)와 과학자들로 구성되어 독립적인 연구를 바탕으로 정책수립 자문역할을 수행하는 위원회 ‘Threatened Species Scientific Committee’ 로 구성되어 있다. 학자들로 구성된 위원회가 발표한 다양한 보고서들 중 2012년 코알라에 대한 보고서에서 호주 전역의 조사내용을 발표한바 있다. 퀸즈랜드주에 서식하는 코알라에 대한 발표 내용에는 로드킬의 심각성을 명시하고 있으며 개체 수 보호를 위한 노력의 필요성을 강조하였다.

### 나. 지방 정부의 조직 구성과 대응

퀸즈랜드 주정부는 1992년에 발표된 Nature Conservation Act (환경보호시행령)에서 코알라를 멸종에 취약한 종으로 분류하며 보호가 필요한 개체로 분리하였다. 지방정부에 설립된 관련부서인 환경·자연유산보호부서(Department of Environment and Heritage Protection)는 야생동물들과 공존하며 살아가는 사회 발전 모델을 발전시키고 야생동물이 특정 위협에 노출될 경우 그에 대한 신속한 대응 방안을 실행하는 역할을 담당하고 있다. 해당 부서는 퀸즈랜드 주에 서식하는 코알라의 개체수, 서식지, 행동, 특이사항등을 지속적으로 모니터링 및 평가하며 코알라를 위협하는 요소들을 식별하여 대책을 수립하고 있다. 증가하는 공지 면적, 개발 면적과 단절된 생태지형과 함께 로드킬을 대표적인 위

협 요소로 분류하고 있으며, 매년 340 마리의 코알라가 자동차 사고를 당하는데 그 중 80%는 생명에 지장이 있는 치명적인 상태에 이른다고 발표하고 있다.

#### 다. 브리즈번시 ‘Wildlife Movement Solutions (WMS)’

퀸즈랜드 주의 대표적인 도시인 브리즈번시의 시청은 Wildlife Movement Solutions (WMS) 라는 프로그램을 환경-생물다양성 분야에서 운영하고 있다. WMS는 시청이 관할하는 지역 안에서 야생동물의 이동이 제한되고 사고가 다발적으로 발생하는 ‘hotspot’ 지역(3군데)을 설정하였으며, 그 곳에 생태통로를 건설하고 운영하는 역할을 수행하고 있다. 프로젝트 수행을 위해 지역 대학교인 Griffith 대학과 퀸즈랜드 박물관 등의 기관들이 협력하여 사전조사 및 기획 업무에 참여하였으며 생태통로 건설을 포함한 모니터링 및 관리에 대한 지속적인 프로그램 개발을 목표로 하고 있다.

### 3. 퀸즈랜드 생태도로의 기능과 효과

생태통로 (유사한 개념으로의 Wildlife Crossing, 야생동물 이동통로)는 보호지역 사이에 위치한 비보호지역을 연결하는 시설물로 동물들의 이동 예상지역을 계획하는 방법과 자연적인 요소 (예: 식생물 활용한 조경)를 통해 동물들이 이동하거나 단절된 서식지를 연결하는 구조물을 가리킨다. 퀸즈랜드에서 코알라를 위해 계획된 생태통로는 육교(Overpass), 터널(Culvert & Underpass), 생태다리(Eco-crossing bridge) 등 다양한 형태가 사용되고 있다. 퀸즈랜드주 브리즈번에 위치한 Griffith 대학의 생태학 교수 Darryl Jones 는 한 인터뷰에서 학자들이 추측한 것 이상으로 코알라를 포함한 야생동물들이 생태통로를 이용하여 도로를 안전하게 이동하고 자연구역으로 이동하는 방법을 스스로 터득하고 능동적으로 사용한다며 생태통로의 활용성에 긍정적인 견해를 드러냈다.





그림2. 퀸즈랜드 주의 (좌)육교, (우)터널(배수로), (아래)입체도로  
(출처: (좌)Neumann Contractors, (중)Fauna crossing, (아래)Griffith University)

Darryl Jones 교수와 Dexter 등 동료 교수들이 퀸즈랜드 주 6개 (기존 도로에 새로 설치된) 생태통로를 모니터링하고 평가한 보고 자료에 따르면 30 개월 동안 130 회의 코알라 이동이 관찰되었고 다른 여러 종류의 동물들이 구조물을 이용하여 안전한 자연지역으로 이동하는 것이 밝혀졌다. 주목할 내용은 동물의 종류와 개별 동물의 신체적 특징에 따라 생태통로를 활용하는 방법이나 횡수가 다르다는 것이다. 예를 들어 Darryl 교수가 참여한 프로젝트에서는 코알라와 같은 포유동물들이 발을 물에 담그는 것을 꺼려한다는 사실에 주목하여 하수구겸 터널로 만든 곳에 나무다리를 추가하였더니 터널을 이용하는 코알라가 증가하는 것을 발견하였다. Overpass 라 불리는 입체도로는 최소 폭 30m 가 넘는 흙으로 포장된 다리 위에 지역 생태를 모방하여 크기가 큰 동물들도 사용할 수 있도록 계획되었다. Griffith 대학에서는 운영중인 생태통로를 계속 모니터링 및 평가하는 과정을 통해 더 적합한 시공방법과 적합한 식물 배치 및 조경 계획을 끊임없이 연구하여 발전시키고 있다.

### Ⅲ. 결 론

호주 주정부는 생물다양성을 보호하기 위한 특별한 부서를 설립하여 국가 정책을 발전시키는 한편 독립적인 학술연구 위원회를 갖추고 있다. 동시에 지방정부에서도 각 지역에서 관찰되는 세부 사항들을 연구하고 대책방안을 수립하고 있다. 중앙정부와 주정부의 명확한 방침과 관심은 시청에서 수행하는 생태통로 관련 사업의 성공적인 운영으로 연결되고 있다. 이러한 점에서 생물다양성 보존을 위한 국가적 차원의 노력과 지방정부 차원의 실질적 정책수행이 상호보완적인 측면에서 행정 및 제도발전을 만들어내는데 기여하고 있다고 판단된다.

퀸즈랜드 사례가 보여주는 것처럼 생태통로의 활용성을 지속적으로 모니터링 하고 정밀하게 평가하여 효용성을 높이기 위한 방법을 연구하는 후속 조치가 반드시 동반되어야 한다. 소개된 논문 자료의 데이터들은 GPS/VHF 탐지기, RFID 태그, 등의 기존 모니터링 방식과 더불어 생태통로 관찰을 위해 새로 고안된 Animal-Borne Wireless Identification(WID) 와 데이터 기록 시스템을 통해 입체적인 관찰을 통해 수집되었다. 생태통로 모니터링과 평가방법에 대한 연구와 투자는 생태통로 공법의 발전과 더 적합한 조경을 갖추기 위해 반드시 필요한 단계이며, 이는 생태통로 프로젝트가 일시적인 공사 사업으로 마치는 것이 아니라 더 발전된 기능으로 생태통로를 발전시키는 효율적인 운영을 뒷받침 할 수 있다. 이를 위해서는 위 사례처럼 다양한 주체들(예, 시청과 지역 대학)의 참여를 형성하는 것이 필요하다.

## 참고문헌

- Australian Government (2012) Advice to the Minister for Sustainability, Environment, Water, Population and Communities from the Threatened Species Scientific Committee (the Committee) on Amendment to the list of Threatened Species under the Environment Protection and Biodiversity Conservation Act 1999 (EPBC Act).
- C. E. Dexter, R. C. Appleby, J. P. Edgar, J. Scott & D. N. Jones (2016) Using complementary remote detection methods for retrofitted eco-passages: a case study for monitoring individual koalas in south-east Queensland. *Wildlife Research*, 43(5), 369-379.
- Darryl J. (2011) Restoring habitat connectivity over the road: vegetation on a fauna land-bridge in south-east Queensland. *Ecological Management & Restoration*, 12(1), 76-79.
- Darryl J. (2012) Fauna overpasses increase habitat connectivity and road permeability. *Australian Wildlife Management Newsletter*, 26(1), 5-7.
- Ghent C. (2018) Mitigating the effects of transport infrastructure development on ecosystems. *Consilience: The Journal of Sustainable Development*, 18(1), 58-68.
- Gonzalez-Astudillo V., Allavena R., McKinnon A., Larkin R. & Henning J. (2017) Decline causes of Koala in South East Queensland, Australia: a 17-year retrospective study of mortality and morbidity. *Sci. Rep.* 7, 42587.

## 유용한 웹사이트

기관: 호주정부 환경·에너지부처 (내용: 멸종위기 야생 동·식물 보호)

<http://www.environment.gov.au/biodiversity/threatened>

기관: 퀸즈랜드주정부 환경·자연유산보호부처 (내용: 코알라 및 보호)

<https://www.ehp.qld.gov.au/wildlife/koalas/koala-threats.html>

기관: 브리즈번 시청 (내용: 브리즈번시 생태통로)

<https://www.brisbane.qld.gov.au/environment-waste/natural-environment/biodiversity-brisbane/wildlife-brisbane/wildlife-movement-solutions>