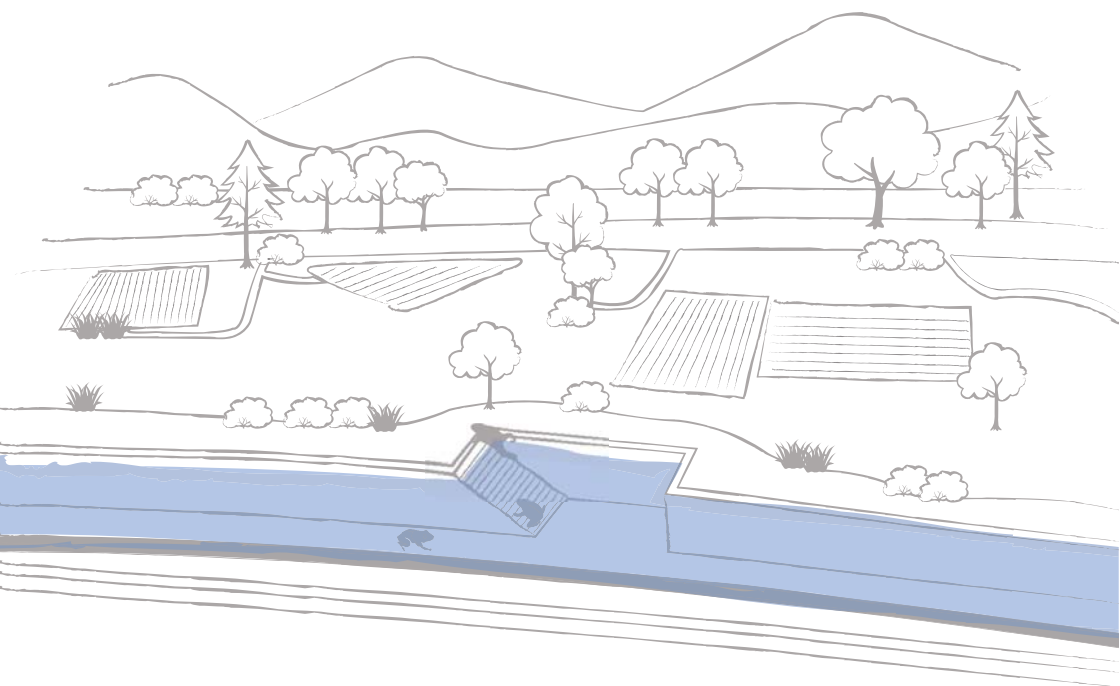


수로 탈출시설 설치 가이드북

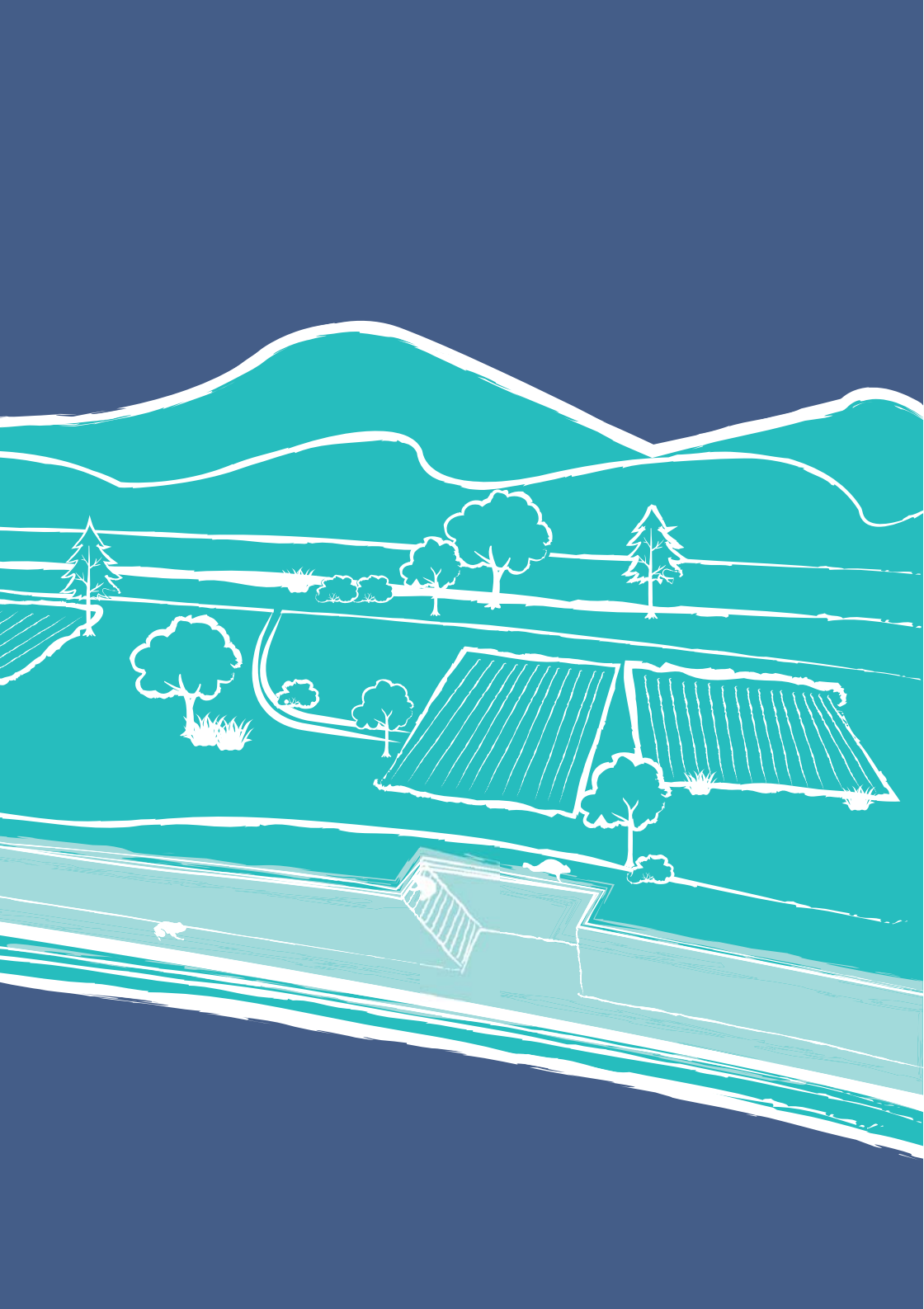
INSTALLATION OF
WATERWAY ESCAPE FACILITIES

GUIDE BOOK



INSTALLATION OF
WATERWAY ESCAPE FACILITIES
GUIDE BOOK





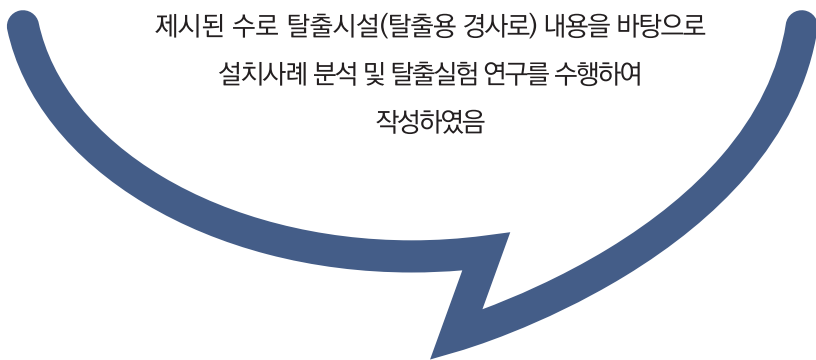
수로 탈출시설 설치 가이드북

INSTALLATION OF
WATERWAY ESCAPE FACILITIES

GUIDE BOOK

알려두기

본 가이드북은
‘생태통로 설치 및 관리지침(환경부, 2010)’에
제시된 수로 탈출시설(탈출용 경사로) 내용을 바탕으로
설치사례 분석 및 탈출실험 연구를 수행하여
작성하였음



수로 탈출시설 설치 가이드북

INSTALLATION OF
WATERWAY ESCAPE FACILITIES

GUIDE BOOK

발행일	2021.12.
펴낸이	국립생태원장
펴낸곳	국립생태원 (33657) 충청남도 서천군 마서면 금강로 1210
지은이	장민호, 최태영, 장문정, 김해란, 이선미, 우승현, 김백준, 이도훈, 유승화, 김종권, 정은정, 홍유인, 이 진, 권용성, 문윤정, 서지혜, 최진원, 최미나, 나진주, 송하진
대표전화	041.950.5300
이메일	nie@nie.re.kr
홈페이지	www.nie.re.kr
디자인	이노디자인

ISBN 979-11-6698-085-5(93400)

CONTENTS

1 시설개요 8

1. 소형동물 수로탈출시설 필요성
2. 소형동물 수로탈출시설 기준

2 사례분석 15

1. 규격
2. 설치방법
3. 기타 문제

3 설치방안 37

1. 수로 탈출시설 설치 개선사항
2. 수로 탈출시설 설치방안

1

수로탈출요 령



1. 소형동물 수로탈출시설 필요성
2. 소형동물 수로탈출시설 기준

1 시각자료



©김대인

1. 소형동물 수로탈출시설 필요성

개구리, 뱀 등 소형동물이 인공적인 배수로나 농수로에 빠지면 탈출하지 못해 죽는 문제가 발생하므로 수로를 빠져나올 수 있는 경사로 등의 탈출시설을 설치해야 함

주요 단절 요인 도로나 시설지, 경작지 주변에 설치된 인공 배수로

문제점 소형동물이 이동 시 수로에 빠져 고립, 죽음

1) 소형동물 서식 유형과 단절 문제

유형 1 : 저지대 ↔ 산림 이동 단절

두꺼비, 산개구리류, 도롱뇽류 등



두꺼비



큰산개구리



도롱뇽

유형 2 : 습지·연못 이동 단절

개구리류, 뱀류, 소형포유류 등



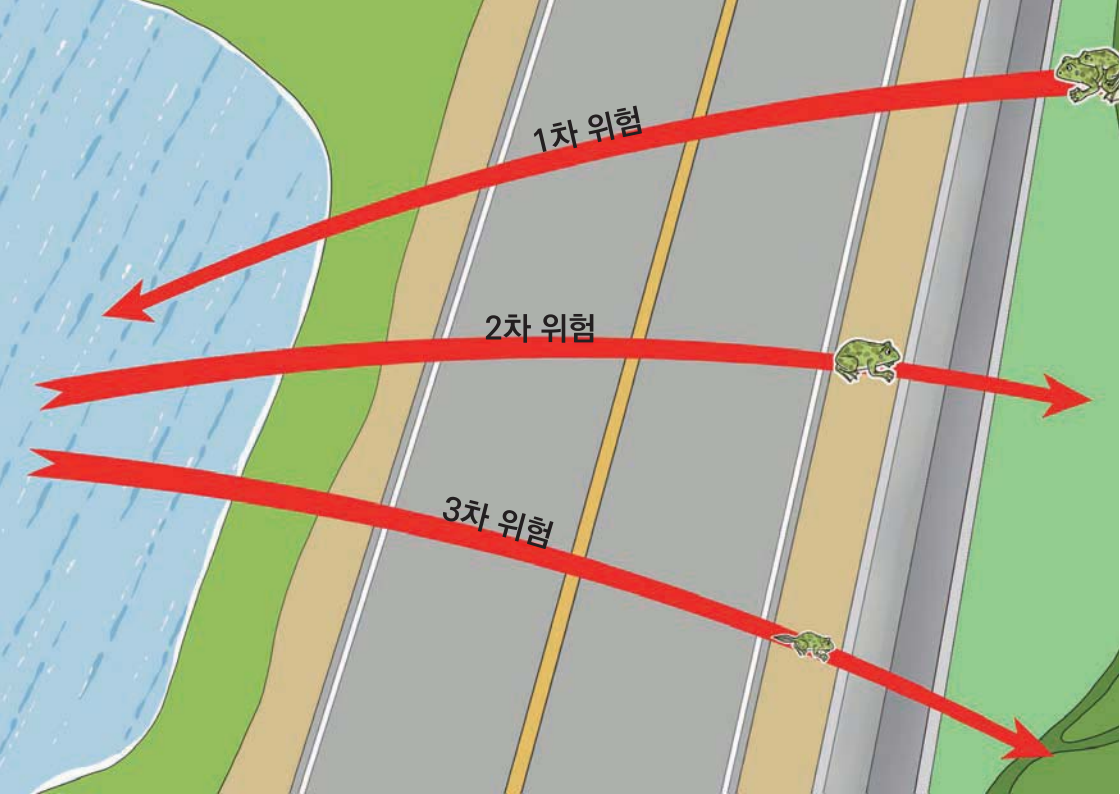
금개구리



참개구리

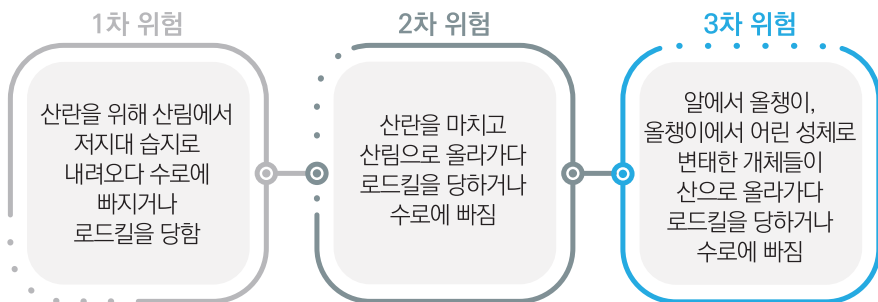


무자치



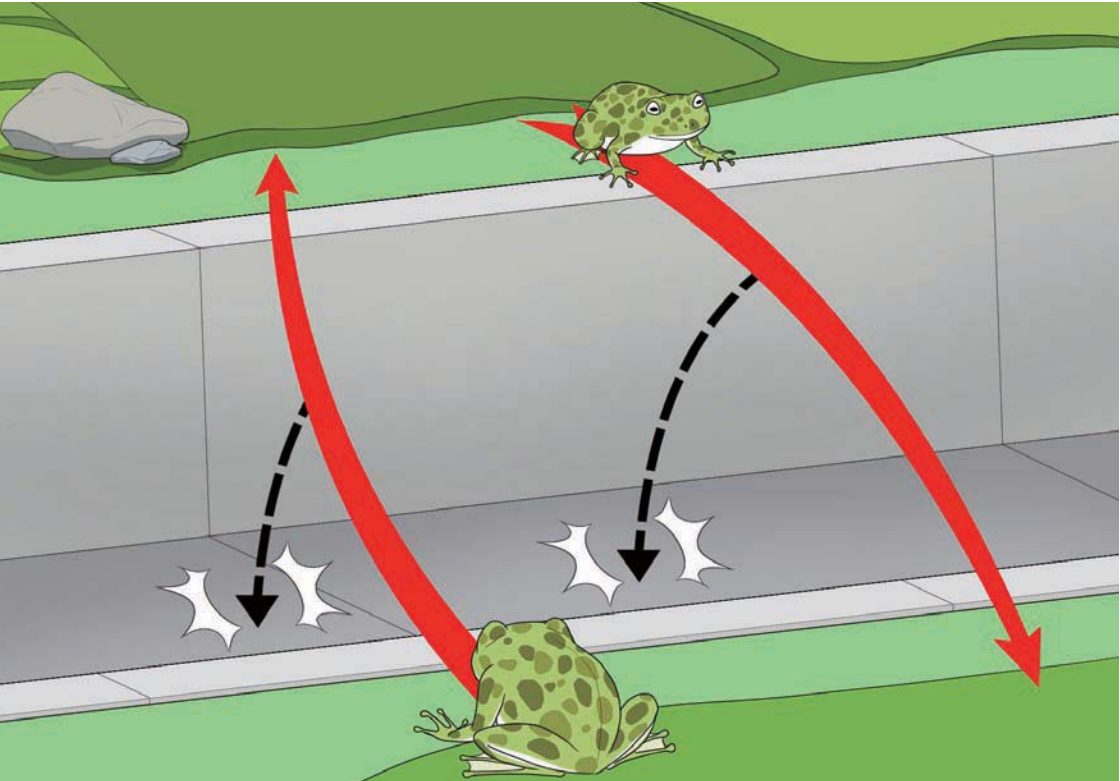
유형 1 (두꺼비, 산개구리류, 도롱뇽류 등) 이동 단절 문제

평소에는 산림에서 생활하지만, 산란을 위해 저지대 습지로 내려와 산란을 하고 다시 산림으로 돌아감. 알에서 깨어난 어린 개체들도 다시 산림으로 돌아감. 한 해 번식활동에서 총 3번의 위험을 맞게 됨



유형 2 (소형포유류, 연못개구리류, 뱀 등) 이동 단절 문제

금개구리나 참개구리는 논밭의 저지대 습지에 살아가며, 이동 중 인공 수로에 빠져 고립되는 경우가 발생함





©김대인

2. 소형동물 수로탈출시설 기준

소형동물(소형 포유류, 양서류, 파충류 등)이 도로의 측구 및 배수로 또는 농수로에 빠질 경우에 대비해 경사로 등을 설치하여 탈출을 도와주는 시설

법적 근거

가) 자연환경보전법 제45조 생태통로의 설치 등

① 국가 또는 지방자치단체는 개발사업등을 시행하거나 인·허가등을 할 때 야생생물의 이동 및 생태적 연속성이 단절되지 아니하도록 생태통로 설치 등의 필요한 조치를 하거나 하게 하여야 한다.

나) 생태통로의 설치기준(자연환경보전법 시행규칙 제28조제2항관련 별표2)
 11. 배수구 일부 지점에 경사가 완만한 탈출구를 설치하여 작은 동물의 이동이 용이하도록 하고, 미끄럽지 아니한 재질을 사용한다.

다) 설치 규정(생태통로 설치 및 관리지침. 환경부 2010. 재구성)

a. 규격

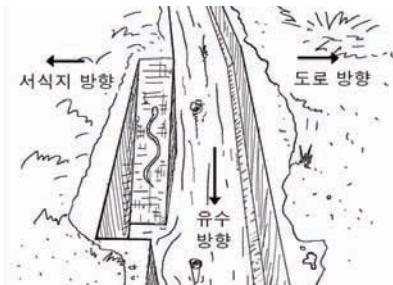
- 경사로 기울기는 30도 이하로 한다.
- 미끄러지지 않게 요철을 만들고, 요철 간격은 5cm 내외로 한다.
- 경사로 폭은 30cm 이상으로 한다. 측구 폭이 좁은 경우 20cm 이상으로 할 수 있다.

b. 설치 위치

- 습지, 논 등 양서류 산란지 또는 이동경로가 근처(100m 이내)에 존재하는 도로변 수로 구간
- 소형동물의 이동이 어려운 농수로가 설치된 구간

c. 설치 방법

- 양서류 집단이동 등이 발생할 구간에서는 경사로 설치 간격을 30m 이내로 한다.
- 경사로는 측구 배수로의 양쪽 벽면 중 도로 쪽이 아닌 벽면에 설치한다.
- 양서파충류의 휴식을 위해 필요 시 배수로 내 저류함을 만들 수 있다.
- 측구를 횡단하는 복개시설은 소형동물을 도로로 유도하지 않는 경우에 설치한다.



배수로 탈출 시설

경사로 폭	300mm	
경사도	20°	30°
경사로 요철간격	100mm	50mm
단면도	측구 경사로 요철 설계도	측구 경사로 요철 설계도

배수로 탈출시설의 사례 도면

2

사례분석



수로탈출시설 설치 사례 분석

2 사례분석



01

규격

급경사 경사로
경사면 요철
경사면 소재
경사로 폭

02

설치 방법

탈출시설 설치 위치
탈출시설 설치 간격
수로 횡단시설

03

기타

소형동물 이동이
어려운 불량 구조
유지관리 미흡 시
기능 저하

01 규격

급경사 경사로

경사로 각도가 급할수록 소형동물의 수로 탈출이 어려움

문제점

탈출시설 경사로 각도가 40~50도 이상으로 설치되면
소형동물이 오르다가 미끄러짐이 많이 발생하여 탈출이 어려움





탈출로 경사각 48.7도 급경사

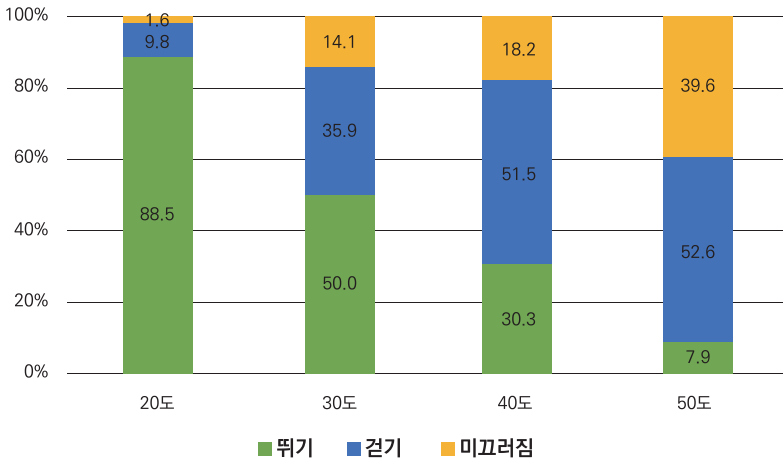
연구결과

경사각이 높을수록 개구리가 경사로에서 더 미끄러짐

경사각 20도 : 일반적인 이동 행태인 뛰기 비율 높음

경사각 40도 : 이동에 어려움을 나타내는 걷기 비율 가장 높음

경사각 50도 : 이동을 못하는 미끄러짐 비율이 급증



수로 탈출시설 경사각에 따른 한국산개구리 행동 비율(%)(요철 무)

개선방안

생태통로 설치 및 관리지침(환경부, 2010)에 따라 수로 탈출시설의 경사각을 30도 이하로 설치



01 규격

경사면 요철

요철이 있으면 소형동물이 경사면을 올라
탈출할 수 있는 확률이 급격히 증가함

문제점

① 요철 미설치

요철이 없으면 경사각이 급해질수록 미끄러짐이 많이 발생하여
탈출이 어려움





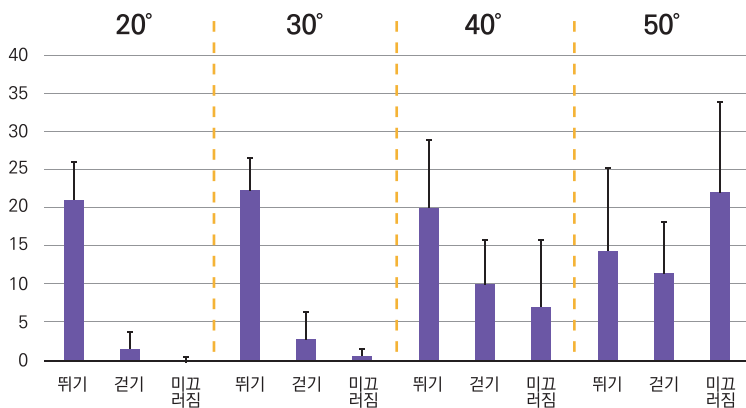
연구결과

경사각이 높아질 수록 경사로에서 더 미끄러짐 증가,
특히 요철이 없을 때 미끄러짐이 더 많이 발생함

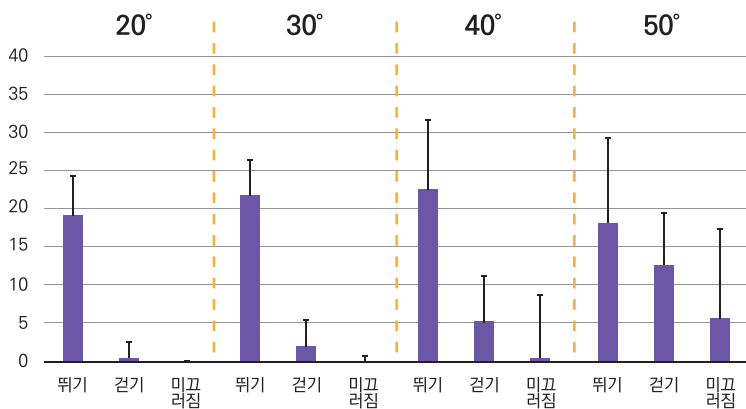
요철이 있으면 요철이 없을 때보다
개구리가 경사로 밖으로 나가는데 더욱 유리함

요철이 있으면 요철이 없을 때보다
경사각 40도 이상에서 미끄러짐이 줄어듦

요철없음



요철있음



수로 탈출시설 경사면 요철 유무에 따른 참개구리 행동 횟수(mean±SD)

문제점

② 요철 간격 미준수

요철 간격이 너무 넓으면 탈출 확률 감소

→ 막 변태한 작은 개구리 등에 맞춘 조밀한 요철 간격이 필요함



요철 간격이 넓음(사진: 요철 간격 20cm이상)

문제점

③ 소형동물이 짚을 수 없는 형태

요철 형태가 아닌 계단 형태로, 계단의 높이가 소형동물에게는 높아 올라갈 수가 없음



계단 형태는 몸을 지탱하거나 발로 짚을 수 있는 구조가 아님

개선방안

- 지침에 따라 경사면에 요철 설치. 간격 5cm 이하, 요철 깊이와 폭 5mm
- 현지침과 형태는 다르지만 소형동물이 경사면을 오르는 데 도움이 되는 경사면 조성 가능

→ 경사면에 요철 대신 토양 기반 및 단초지 조성
→ 미끄럽지 않은 경사면 조성(돌, 자갈 포장 등)



출처: 새만금지방환경청(2015)

01 규격

경사면 소재

미끄럽거나 내구성이 약한 소재는 부적합하며,
관리 및 설치의 용이성을 고려한 소재 사용

문제점

알루미늄 같이 미끄러운 재질로 만들어 소형동물들이 미끄러짐
목재나 천 등 내구성 약한 소재 사용하여 시공 후 수년 후엔 기능을 상실함



알루미늄 소재

마찰력 ↓



천 소재

내구성 ↓



목재

마찰력, 내구성 ↓

개선방안

내구성이 강하고, 공사현장에서 시공이 용이한 콘크리트 소재 사용



01 규격

경사로 폭

소형동물이 경사로를 오르려면 충분한 폭을
확보해 주어야 함

문제점

경사로 폭이 너무 좁아 올라가다 떨어질 가능성이 높음
특히, 뱀류가 올라가기엔 거의 불가능함



개선방안

지침에 따라 30cm 이상 폭으로 설치 (좁은 수로에서는 20cm 가능)

지침과 형태는 다르지만 탈출에 유리한 넓은 경사면 조성



02 설치 방법

수로 내 탈출시설 설치 위치

수로 탈출시설은 소형동물의 서식지와
맞닿은 면에 설치해야 함

문제점

탈출로 방향이 서식지 쪽이 아닌 도로나 시설물쪽으로 설치하여
로드킬 등이 발생할 수 있음



개선방안

- 서식지 방향으로 수로 탈출시설 설치
- 도로, 시설지 등이 위치한 방향의 반대쪽으로 탈출시설 설치



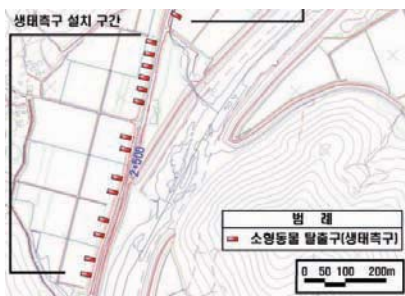
02 설치 방법

탈출시설 설치 간격

수로 탈출시설의 설치간격이 가까울수록
소형동물의 탈출 확률이 높아짐

개선방안

지침에 따라 수로 탈출시설 설치 간격은 30m 이하로 해야 함



02 설치 방법

수로 횡단시설 설치

수로 양쪽이 서식지일 경우
충분한 넓이의 횡단시설 설치가 필요함

문제점

- 수로 한쪽이 도로이므로
횡단시설 설치가 부적절함
- 횡단시설 폭이 좁아 효과가
떨어짐



개선방안

수로 횡단시설은 수로 양쪽이 모두 서식지일 경우 설치함



03 기타 문제

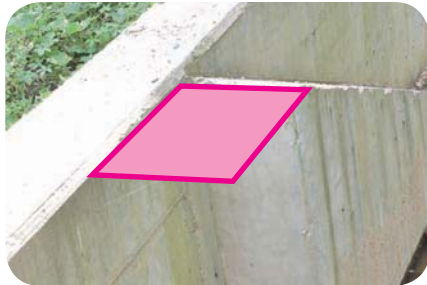
불량구조

소형동물이 올라와서 나갈 수 있는 구조로 만들어주어야 함

문제점

소형동물 탈출을 제대로 고려하지 않은 구조물

→ 경사면 상단에서 수로 외부 공간과 연결이 단절됨



개선방안

수로 내부부터 외부 서식지까지 효과적으로 연결되는 탈출시설 조성

03 기타 문제

유지관리 미흡

소형동물이 원활히 이동할 수 있도록 유지관리가 되어야 함

문제점

유지관리가 미흡하여 기능 저하

→ 수로 내 퇴적물, 덩굴식생 피복 등 관리 미흡



개선방안

탈출시설이 제 기능을 발휘할 수 있도록 주기적인 유지관리 필요

3

설치방안



1. 수로 탈출시설 설치 개선사항
2. 수로 탈출시설 설치방안

3 설치방법



1. 수로 탈출시설 설치 개선사항

1) 경사로 측면 경계벽 설치

현재 지침은 탈출시설 경사로의 수로쪽 측면이 개방된 형태로 제시됨
그러나 경사로 측면이 막혀 있으면 뱀이 몸을 지탱할 수 있어 경사로를 오르는데
도움이 됨

따라서 경사로 측면에 뱀이 몸을 지탱할 수 있는 정도의 높이(2~3cm 이상)로
경계벽 설치가 필요함

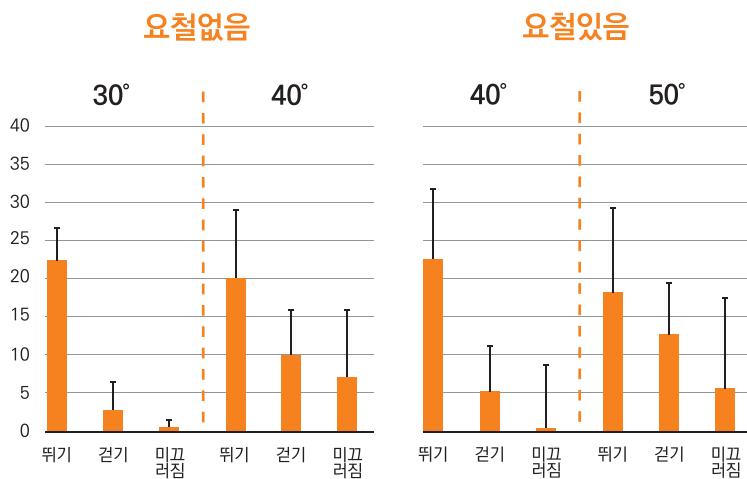


무자치가 한쪽 또는 양쪽 측벽을 이용하여 몸을 지탱하거나 이동하는 모습

2) 탈출시설 경사각 조건

개구리 실험 결과

- 요철이 없는 경사로 30도까지 이동 가능, 40도부터 미끄러짐
- 요철이 있는 경사로 40도까지 이동 가능, 50도부터 미끄러짐



뱀 실험 결과

- 개구리에 비해 30도 이하 경사에서도 미끄러짐 발생
- 요철이 있으면 꼬리 및 배의 비늘 등 이용하여 올라감



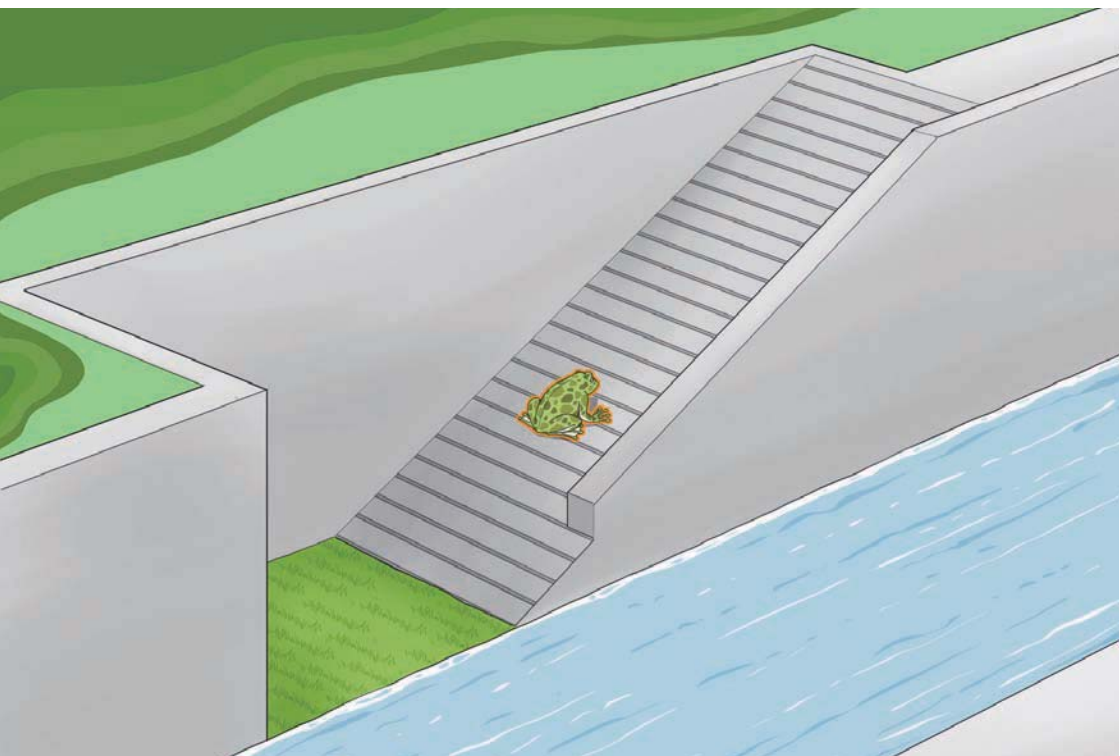
요철에 몸을 지지한 상태로 몸을 끌어올리는 모습

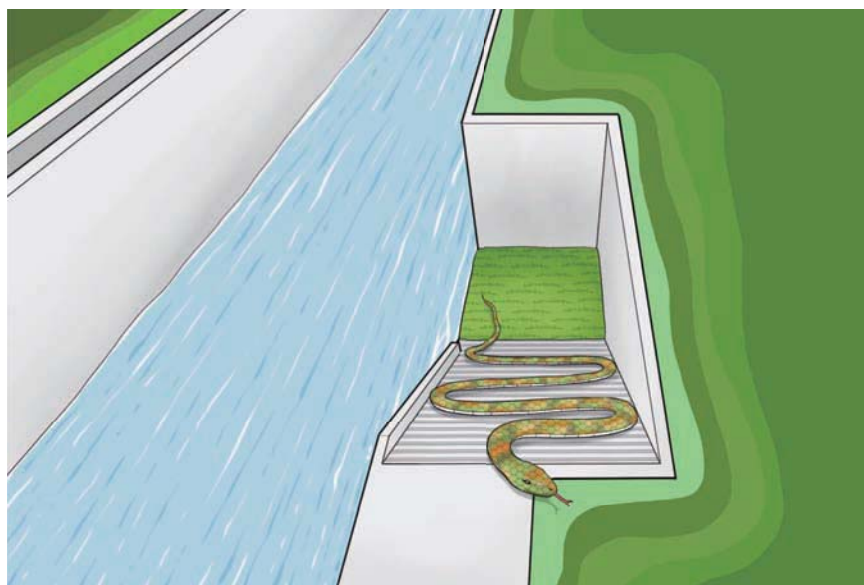
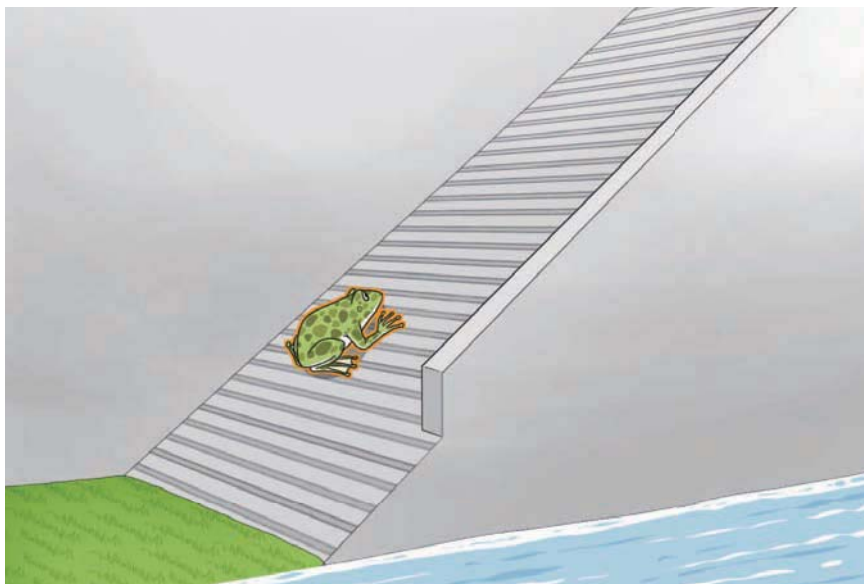


요철 틈을 이용한 움직임

2. 수로 탈출시설 설치방안

- 경사로 폭 30cm 이상, 현장 여건에 따라 폭 20cm 허용 가능
- 경사면에 요철 설치, 요철 간격은 5cm 내외로 설치
- 경사각은 30도 이하 권장, 현장 여건에 따라 40도까지 허용 가능
 - * 경사각 40도는 요철 등이 기준에 맞게 설치되었을 경우 가능
- 경사로 측면에 얇은 경계벽 설치(높이 2~3cm)
- 소형동물의 이동 효율을 높이도록 경사로 하부 경계벽 일부 개방
- 경사로 바닥에 토양, 식생 기반 조성하여 소형동물 유인 및 휴식처 제공



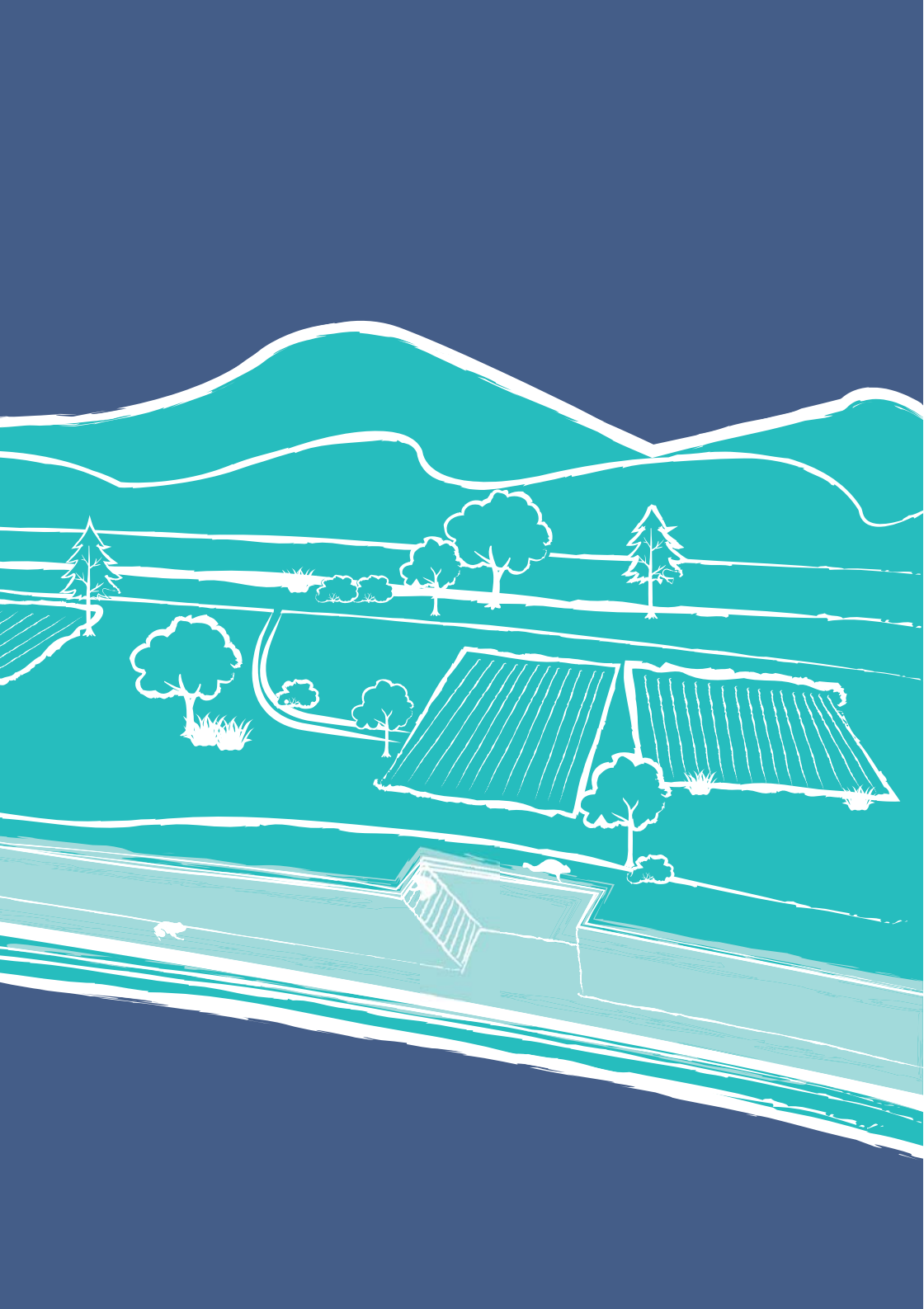


참고문헌

- 국립생태원. 2017. 선형사업대상 생태분야 환경영향평가 방법 연구 (Ⅰ). 국립생태원, 서천. 233p
- 국립생태원. 2018a. 금개구리 대체서식지 조성 가이드북. 국립생태원, 서천. 53p
- 국립생태원. 2018b. 선형사업대상 생태분야 환경영향평가 방법 연구 (Ⅱ). 국립생태원, 서천. 241p
- 국립생태원. 2019a. 선형사업대상 생태분야 환경영향평가 방법 연구 (Ⅲ). 국립생태원, 서천. 156p
- 국립생태원. 2019b. 표범장지뱀 대체서식지 조성 가이드북. 국립생태원, 서천. 49p
- 국립생태원. 2020b. 선형사업대상 생태분야 환경영향평가 방법 연구 (Ⅳ). 국립생태원, 서천. 107p
- 국립생태원. 2021a. 맹꽁이 대체서식지 조성 가이드북. 국립생태원, 서천. 57p
- 국립생태원. 2021b. 선형사업대상 생태분야 환경영향평가 방법 연구 (Ⅴ). 국립생태원, 서천. 272p
- 새만금지방환경청. 2015. 환경영향평가 협의사업장 친환경개발 우수사례집. 새만금지방환경청, 전주. 140p
- 환경부. 2010. 생태통로 설치 및 관리지침. 환경부, 과천. 111p
- 환경부, 국립생태원. 2017b. 생물이동(생태통로) 제고를 위한 가이드라인 마련 연구. 환경부, 세종. 177p

INSTALLATION OF
WATERWAY ESCAPE FACILITIES
GUIDE BOOK







비매품
93400



9 791166 980855
ISBN 979-11-6698-085-5