

農業用水路トンネルとコウモリ類

平成 29 年 3 月

農林水産省農村振興局農村環境課

目 次

1. はじめに	1
2. 農業用水路とコウモリ類	2
2.1 農村地域におけるコウモリ類.....	2
2.1.1 コウモリ類について	2
2.1.2 農業用水路トンネルについて	4
2.1.3 洞穴性コウモリ類について	4
2.1.4 農村におけるコウモリ類の役割	6
2.2 農業用水路トンネルの調査で確認されたコウモリ類の生息状況.....	8
2.2.1 農業用水路トンネル調査で確認されたコウモリ類	8
2.2.2 確認された種の希少性	10
2.2.3 農業用水路トンネルにおけるコウモリ類の生息場所	11
2.2.4 地域ごとの生息状況(種別)及び季節変化	12
2.2.5 生息状況の経年変化(トンネルにおける利用箇所等)	14
2.2.6 活動期における農業用水路トンネル出入りの実態	15
2.2.7 農業用水路トンネル改修後の生息状況	16
(参考1) コウモリ類に係る生息調査(実施した調査の概要)	17
調査方法の概要.....	17
目視確認調査	17
バットディテクターによる入感状況調査	18
赤外線ビデオ撮影	18
捕獲調査	19
(参考2) 農業用水路トンネルにおけるコウモリ類の生息環境配慮の取組事例.....	22
利用の場となるトンネル天端を保存(E地区(山形県))	22
簡易な止まり場の設置(A地区(岩手県))	23
プラスチック網、ジャバラ管等の資材を活用したコウモリピット(F地区(福島県)) ..	24
鋼製コウモリピットの設置(D地区(山形県))	25
(参考3) 農業用ダム周辺におけるコウモリ類の生息環境配慮の取組事例.....	25
仮排水トンネル跡地の有効利用(道前道後平野地区(愛媛県))	25

1. はじめに

平成 13 年の土地改良法改正により、土地改良事業の実施に際し「環境との調和に配慮」することが原則化され、土地改良事業をはじめとする農業農村整備事業において環境配慮が進められてきている。そのような中、農業用水路（トンネル部）の改修等に伴うコウモリ類の生息環境配慮の検討も行われるようになってきている。

本資料では、全国の農村地域に広く生息し、農業用水路トンネルも生息環境として使用しているものの、その実態があまり知られていないコウモリ類について、これまでの取組事例等を中心に、生息環境配慮等の検討で参考となる生息等に係る情報をとりまとめた。

農業農村整備事業において、水路、ため池等農村に生息する生き物を対象とした環境配慮の取組が進められている。事業実施における生息環境配慮施設の設置だけでなく、その後の管理において土地改良区等の施設管理者や地域住民などが連携して取り組んでいる状況である。

環境配慮の対象は魚類、両生類、鳥類など農業用水路やほ場まわりで生活する生き物が多いが、農業用水路トンネルの改修等が進む中で、数は少ないもののトンネルに生息するコウモリ類についても検討を行う地区も出てきている（配慮の取組については、他の生き物と同様、検討の上、実施していない地区もある）。一方で、農業においては害虫を捕食することから益獣としての側面が指摘されているものの、コウモリ類については生態的にわかっていることも少なく、夜間に活動する（空を飛ぶ）、昼間は洞窟や樹洞など人目のつかない場所に潜む等、生息状況を把握することも難しい状況にある。

本資料では、全国の農村地域に広く生息し、農業用水路トンネルも生活環境として使用しているもののその実態があまり知られていないコウモリ類について、これまでの取組事例等を中心に生息に係る情報等を取りまとめたものである。

「2. 1 農村地域におけるコウモリ類」においては、農業用水路トンネルで目にするコウモリ類を知るための情報として、研究等により確認されている一般的な生態やトンネルで確認される洞穴性コウモリの特徴等について整理している。

「2. 2 農業用水路トンネルの調査で確認されたコウモリ類の生息状況」においては、これまで農業農村整備事業（国営事業）における農業用水路トンネル改修等で実施されたコウモリ類の生息調査等で確認されたコウモリ類の生息状況等について紹介している。

また、併せて、各事業地区で実施されたコウモリ類の生息調査手法の概要、並びにコウモリ類の生息環境配慮のための代表的な取組例について参考資料として示している。

農業用水路トンネルは人工的な環境ではあるが農村地域のコウモリ類にとっては生活環境の一部となっている場所もある。また、そのような場所については、地域の住民にとって農村地域に生息するコウモリ類に比較的容易に触れることができる場所ともなっている。農業用水路は重要な水利施設として今後も利用が続けられるものである。コウモリ類についても知見等を重ねていくことが重要と考えられる。

2. 農業用水路とコウモリ類

2.1 農村地域におけるコウモリ類

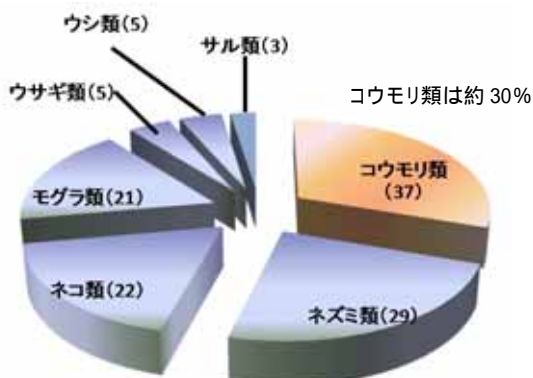
2.1.1 コウモリ類について

- ・日本で記録されている 37 種のコウモリ類は、大型コウモリ類 (3 種)、小型コウモリ類(34 種)に分類される (Ohdachi et al. 2007)。
- ・小型コウモリ類は、その生活の場所として、様々なところを利用している。休息や冬眠や繁殖場所として、自然洞窟、岩の割れ目、人工トンネル、廃坑、防空壕、家屋、樹洞、樹皮下、枯葉や密生した葉の中などを利用している。これらは、主な生息場所から「洞穴性」、「森林(樹洞)性」、「家屋性」などに区分される。(コウモリ識別ハンドブック改訂版、2011、文一総合出版)。
- ・農業用水路トンネルで確認されている種はすべて「洞穴性」の種である。

表 2-1 コウモリ類の生息場所による分類

性質	内容
洞穴性	洞穴(自然洞窟、廃坑、ずい道、地下壕など)を主なねぐらにしている種類。洞穴の大きさによっては、時に 1,000 頭以上の大集団をつくることもある。
森林性	樹洞や樹皮下、樹冠や枯葉の隙間を利用する種類、ねぐらが発見しにくいこともあり生態的に不明な種が多い。
家屋性	家屋(天井の隙間や雨戸の天袋など)を主たるねぐらにしている種類、時に多くの個体が集まることにより、糞害などが見られ、害獣扱われることがある。

- ・コウモリ類は哺乳類の中で最も種数が多く、国内に生息する哺乳類のうち 3 割以上がコウモリ類である。
- ・環境省レッドリストに掲載された種も多く、哺乳類の種・亜種のうち 4 割がコウモリ類である。



※ ()内は種数を示す。

図 2-1 哺乳類全体におけるコウモリ類の種数と割合 (日本の哺乳類改訂版 (2005) より作成) (陸生哺乳類に限る)

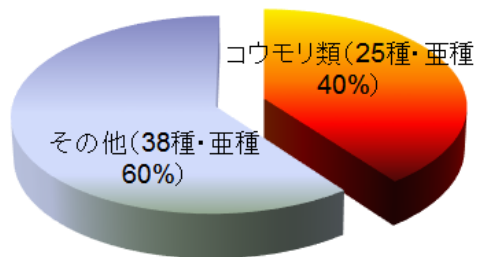


図 2-2 コウモリ類のレッドリスト指定割合 (環境省レッドリスト(2015)より作成) (地域個体群(LP)を除く)

2.1.2 農業用水路トンネルについて

農業用水路トンネルの特徴

水路トンネルは、水路の一部を構成し、農業用排水を安定的に所定の区域に送排水するために、開渠形式では送排水が困難な山地や起伏の大きい路線に設置される暗渠形式の開水路であり、以下の特徴を有する。

- ・一般的に断面幅が4 m未満であり、道路や鉄道トンネルと比較すると小規模なものが多い。
- ・通水断面の天端高は、水理上の安全性を確保する理由から、余裕高を加えて決定されているため、コウモリ類の出入りは通年可能である。
- ・通水は水利権により時期、水量等が規定されているため、通水の有無、量に変動がある。
- ・水路表面は通水の安定、維持管理を容易にする等の目的で、一般に無筋コンクリートでライニングされている。
- ・維持管理は土地改良区等の施設管理者により行われている。

農業用水路トンネルのストック

基幹的農業用排水路の延長ストックは約 49,000km にのぼるが、そのうち水路トンネルの占める割合は約 2,000km (約 4%) である。



写真 2-1 農業用水路トンネル入口の状況
(かんがい期)



写真 2-2 農業用水路トンネル入口の状況



写真 2-3 農業用水路トンネル内部の状況



写真 2-4 水路トンネルの管理状況
(目視調査)

2.1.3 洞穴性コウモリ類について

一般にコウモリ類は、体が小さいこと、主に夜行性であることなどから、生態的にわかっていることは少ない。ここでは、農業用水路トンネルで確認される洞穴性コウモリ類について、生態研究等により把握されている情報を示す。コウモリ類の生息調査等を行う場合には、これらの生態を理解した上で実施することが効果的である。

洞穴性コウモリの特性

コウモリ類は、哺乳類の中でも集団性が強く、特に洞穴性のコウモリ類では哺乳類最大規模の集団が記録される(日本のユビナガコウモリでも約 83,000 頭の記録がある(重田ほか 2005)。また、出産・哺育期に「出産哺育コロニー」と呼ばれる集団を形成し、群れ効果によって幼獣の体温維持を助け、保温に関わる母獣の哺育コストを低減する(佐野 2008)。

生態・繁殖

主に、春から秋にかけて活動し、小型コウモリ類は、すべての種が昆虫類を餌としている。冬季には、いわゆる冬眠をする。繁殖は年に 1 回行われ、ほとんどの種が、6 月～7 月にかけて出産、哺育を行う。

寿命

寿命については、多くの種で 10 年あるいは 15 年くらいは十分に生きるようであり、キクガシラコウモリでは 23 年 8 ヶ月、(庫本・内田、1995)、コキクガシラコウモリでは 21 年 7 ヶ月(寺西、2008)、ユビナガコウモリでは、15 年以上(庫本・内田、1995)などの報告がある。



写真 2-5 ユビナガコウモリの集団

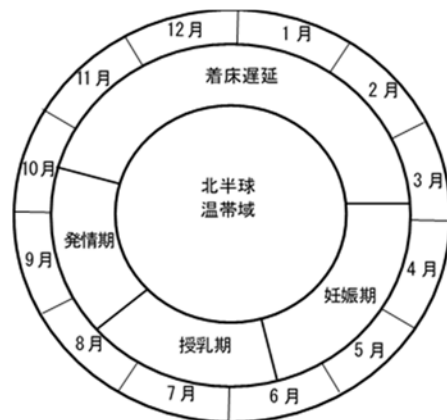


図 2-3 ユビナガコウモリの繁殖パターン
(コウモリ 進化・生態・行動
J.D. ムトリガム、松村澄子訳 1998、より作成)

行動範囲

行動範囲については、北海道標津町から羅臼町までの約 43 kmを移動した記録（北海道新聞 平成 23 年 9 月 22 日）や出産・子育てのために奈良県の水路(隧道)から和歌山県の洞窟間 72 kmを移動した記録(ただし、雌のみ)（井上ら、2004）などがある。これらは、翼帯をつけた個体の再捕獲結果から得られた断片的な記録であり、判明している情報は少ない。全国各地の生息種の分布や利用環境間の移動など不明な点も多く、今後の知見の集積が待たれる。

農業用水路トンネルの利用状況

農業用水路トンネルでは、季節により利用状況が異なるが、繁殖や越冬などその生態に合わせて利用されている様子が観察されている。

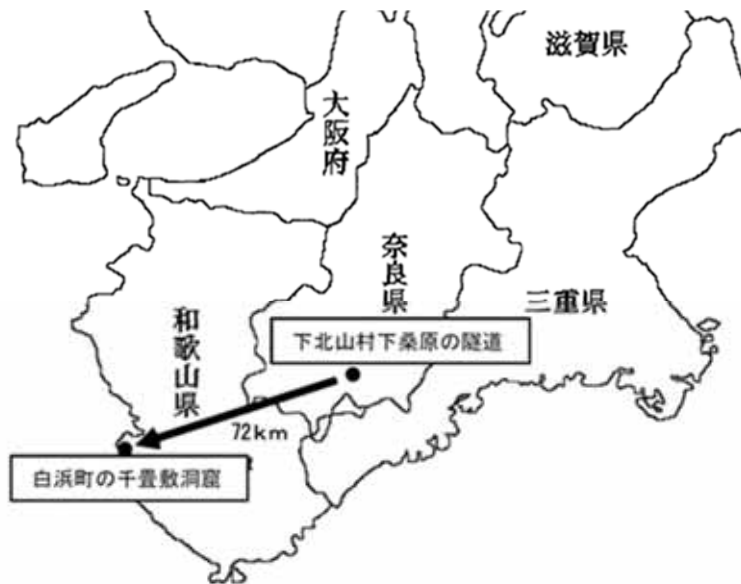


図 2-4 ユビナガコウモリの移動の例
(井上ら、2004 を改変)



写真 2-6 ユビナガコウモリの越冬集団



写真 2-7 コキクガシラコウモリの越冬

2.1.4 農村におけるコウモリ類の役割

農村におけるコウモリ類の役割の例

日本国内では、近年、コウモリ類が農業における益獣であるという考え方が示され始め、農業施設の見学会でもコウモリ類の観察を行う例がみられるようになった。国連環境計画では、メキシコの事例を以下のように紹介している。

- 「メキシコ中部に生息するオヒキコウモリは、夏期にメキシコ北部やアメリカ南西部の繁殖地に渡り、蛾などの害虫を餌とする。こうした地域での繁殖期におけるコウモリの総個体数は1億匹を超える。蛾の幼虫は綿実に被害を及ぼすため、綿産地では大量発生する時期に農薬で駆除しているが、幼虫は数日で農薬への耐性を獲得するという。これに対し、コウモリ100万匹は一晚で蛾の幼虫500万匹を防除できるという。試算では、こうしたコウモリの働きがアメリカ綿産業にもたらす経済価値は74万ドル。農薬使用は多額な費用がかかるだけでなく、地下水の汚染、幼虫の天敵の減少、受粉の低下などの環境リスクも懸念されるため、経済面だけでなく環境面でのコウモリの重要性も高いとしている。」

(出典：国連環境計画 (UNEP)プレリリース (2012))

(日本での取組例)

- コキクガシラコウモリとモモジロコウモリとも日中は洞窟や古いトンネルなどの天井に後足で垂下して休息し、夜間に森林内を飛び回って、ユスリカやヤブカなどの非常に小さい飛行性昆虫を捕食する。これらのコウモリは人間にとっては蚊を捕食し、農業においては害虫を捕食することから、「益獣」という側面を持っており、両種は兵庫県レッドデータブックにおける希少種(要調査種)に指定されている。

(出典：秋田敦子 環境配慮に伴う効果の算出 2014
平成26年度近畿地方整備局研究発表会 論文集)

- 環境配慮施設を住民に紹介し、環境教育の場として活用するとともに、施設の機能を自然的価値以上に高め、将来にわたり施設が大切に保全されることなどを目的にコウモリ類の観察会の取組も行われている。

(出典：水土里ネットやまがた HP (H23.11)、水と土 第162号 (2011))



写真 2-8 コウモリ類が現れた最上堰の見学会の様子(平成23年11月：水土里ネットやまがた HP より)



写真 2-9 コウモリ観察会の様子(志河川ダム) (水と土 第162号 2011より)

2.2 農業用水路トンネルの調査で確認されたコウモリ類の生息状況

2.2.1 農業用水路トンネル調査で確認されたコウモリ類

- ・これまでに農業用水路のある農村地域において、水路トンネル等に関わる調査が行われ、キクガシラコウモリ、コキクガシラコウモリ、ニホンウサギコウモリ、モモジロコウモリ、ノレンコウモリ、ユビナガコウモリ、テングコウモリの7種類の小型コウモリ類が確認されている。

平成12年以降に、岩手県、秋田県、山形県、福島県、長野県、兵庫県、愛媛県の国営事業9地区で実施された調査結果を示した。



写真 2-10 キクガシラコウモリ

洞穴性、鋭いつめをもち洞穴内にぶら下がる。同じ洞穴内でも生息条件のあう場所を求め、比較的よく移動する。翼が広短型で狭く曲がりくねった洞穴の奥にも入っていける。



写真 2-11 コキクガシラコウモリ

洞穴性、鋭いつめをもち洞穴内にぶら下がる。同じ洞穴内でも生息条件のあう場所を求め、比較的よく移動する。翼が広短型で狭く曲がりくねった洞穴の奥にも入っていける。



写真 2-12 ニホンウサギコウモリ

洞穴性、日中のねぐらなど、主に自然洞穴や人工洞を好むが、家屋で確認される例も多い。巣箱を利用した例もある。



写真 2-13 モモジロコウモリ

洞穴性、ねぐらには岩の割れ目や狭い坑道など、風の当たらない隙間など体が何かに触れているような環境を好む。



写真 2-14 ノレンコウモリ

洞穴性、洞穴や人工洞などにみられる。特に天井の窪みなど狭いところを好む。



写真 2-15 ユビナガコウモリ

洞穴性、洞穴や人工洞などの天井の窪みなどに大群を形成することが多い。小回りのきく飛翔が下手で曲がりくねった洞窟には少ない。



写真 2-16 テングコウモリ

洞穴性、洞穴で見つかることが多いが、樹木の多いところでは樹洞も使う。夏は単独でいることが多い。

※:生態の記述は、「コウモリ観察ブック 熊谷ら、2002」「コウモリ識別ハンドブック 改訂版、コウモリの会編、2011」等を参考に記述

2.2.2 確認された種の希少性

農業用水路トンネルの改修に伴い、コウモリ類の生息環境配慮に向けた調査が行われている地区では、表 2-2 に示す洞窟などを主な生息環境（休息や繁殖に利用）とする 7 種の小型コウモリ類が確認されている。

これらの 7 種には、国のレッドリストや調査地各県のレッドデータブックにおいて、絶滅のおそれのある種のカテゴリー指定が行われている種がある。

表 2-2 農業用水路事業地区で確認されたコウモリ類の希少性

確認種	学名	環境省 レッド リスト ¹	県レッドデータブックまたはレッドリスト						
			岩手 ²	秋田 ³	山形 ⁴	福島 ⁵	長野 ⁶	兵庫 ⁷	愛媛 ⁸
キクガシラコウモリ	<i>Rhinolophus furrumequinum</i>	—	—	—	—	—	—	調	
コキクガシラコウモリ	<i>Rhinolophus cornutus</i>	—	—	絶危Ⅱ	—	—	—	調	
ニホンウサギコウモリ	<i>Plecotus sacrimontis</i>	—	B	絶危Ⅰ	情不	絶危Ⅱ	絶危Ⅱ	調	絶危Ⅱ
モモジロコウモリ	<i>Myotis macrodactylus</i>	—	—	準絶	—	—	—	調	—
ハレンコウモリ	<i>Myotis nattereri</i>	絶危Ⅱ	B	—	—	—	絶危Ⅰ	調	絶危Ⅱ
ユビナガコウモリ	<i>Miniopterus schreibersi</i>	—	B	絶危Ⅱ	—	—	絶危Ⅰ	調	—
テングコウモリ	<i>Murina leucogaster</i>	—	B	絶危Ⅱ	情不	希少	—	調	絶危Ⅱ

— : 指定のない種

絶危Ⅰ : 絶滅危惧Ⅰ類(絶滅の危機に瀕している種)

絶危Ⅱ : 絶滅危惧Ⅱ類(絶滅の危険が増大している種)

準絶 : 準絶滅危惧(現時点での絶滅危険度は小さいが、生息条件の変化によっては「絶滅危惧」に移行する可能性のある種)

情不 : 情報不足(評価するだけの情報が不足している種)

希少 : 福島県独自のカテゴリー区分で環境庁カテゴリー区分の「情報不足」を含む

調 : 兵庫県独自のカテゴリー区分で「要調査種」洞穴性、樹洞性のコウモリ全種を指定している

B : 岩手県独自のカテゴリー区分で、上記「絶危Ⅱ」に相当する

¹ 環境省レッドリスト 2015 年

² 岩手県レッドデータブック Web 版 2014 年

³ 秋田県の絶滅のおそれのある野生生物 秋田県版レッドデータブック動物編 2002 年

⁴ 山形県レッドリスト動物編 2002 年

⁵ レッドデータブックふくしまⅡ 淡水魚類/両生爬虫類/哺乳類 2003 年

⁶ 長野県版レッドリスト(動物編) 2015 年

⁷ 改訂・兵庫の貴重な自然 兵庫県版レッドデータブック 2003 年

⁸ 愛媛県レッドデータブック 2014 愛媛県の絶滅のおそれのある野生生物 2014 年

2.2.3 農業用水路トンネルにおけるコウモリ類の生息場所

農業用水路トンネルの内部には、トンネル面の形状や継ぎ目、天井部の段差や水抜き穴など様々な構造がある。このような各種構造を利用した様々な状態のコウモリ類が確認されている。また、設置された環境配慮施設（コウモリピット）の使用も認められる。



写真 2-17 トンネルのコンクリート面に留まるコキクガシラコウモリ(1月)



写真 2-18 天井水抜き孔内のモモジロコウモリ(10月)



写真 2-19 水路の継ぎ目に定位するモモジロコウモリ(10月)



写真 2-20 コウモリピットを利用するモモジロコウモリ、ユビナガコウモリ(10月)



写真 2-21 トンネル継ぎ目の段差部分に集まるユビナガコウモリの集団(1月)



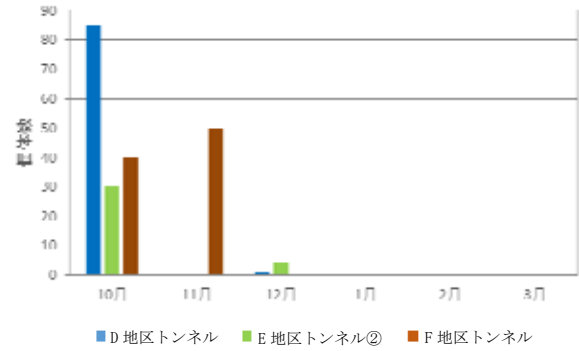
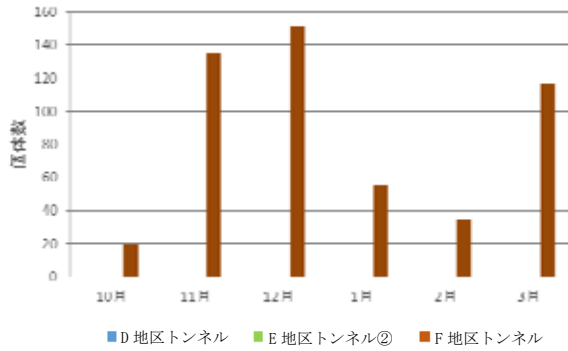
写真 2-22 セグメントの継ぎ目のモモジロコウモリ(10月)

2.2.4 地域ごとの生息状況(種別)及び季節変化

- ・ 地区ごとに確認される種は異なる。
- ・ 同じ地区内でもトンネルごとに確認種は異なる。
- ・ 季節に応じて利用している位置や個体数は異なる。

表 2-3 生息が確認されたコウモリ類

地区	トンネル	生息が確認されたコウモリ類 (以下”コウモリ“は省略)						
		キクガシラ	コキクガシラ	ニホンウサギ	モモジロ	ノレン	ユビナガ	テング
A (岩手)	①	○	○	○	○		○	○
	②	○	○	○	○		○	○
	③				○			
	④		○		○			
B (岩手)	①				○			
	②				○			
	③		○		○			
	④				○			
	⑤		○		○		○	
	⑥		○		○		○	○
	⑦				○			
	⑧		○		○		○	
	⑨	○			○		○	
	⑩		○	○	○	○	○	
	⑪				○			
	⑫			○	○		○	
	⑬		○		○			
	⑭				○		○	
	⑮		○	○	○		○	
	⑯				○			○
C (秋田)	①		○					
	②		○	○	○			
	③				○			
	④				○			
	⑤			○	○		○	
	⑥				○			
	⑦				○			
	⑧		○		○			
	⑨		○		○			
	⑩		○		○			
	⑪				○			
	⑫		○		○			
	⑬		○		○			
	⑭		○		○			
	⑮		○		○			
	⑯				○			
D(山形)					○		○	
E (山形)	①				○		○	
	②				○		○	
F (福島)	①		○		○			
	②		○		○			
G (長野)	①	○	○		○			
	②				○			
H(兵庫)		○	○		○			
I(愛媛)			○		○		○	

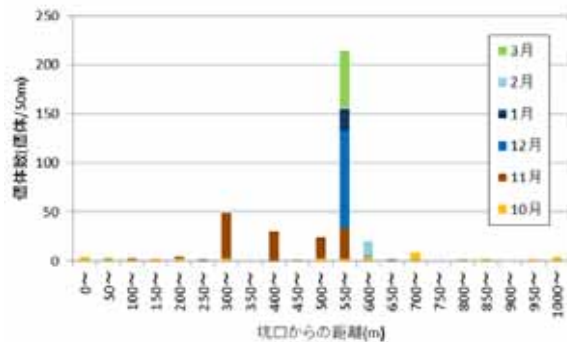
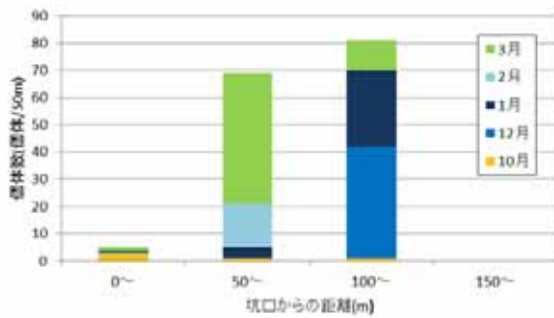


コキクガシラコウモリ確認個体数(H27)

モモジロコウモリ確認個体数(H27)

- 注) 調査はD地区トンネル:10~12月、E地区トンネル②:10、12月、F地区トンネル:10~3月に実施
 注) D地区トンネル:L=450m、壁面は全長にわたりコンクリート巻立・コウモリピット設置、かんがい期水位1.0m、非かんがい期水位0.5m
 注) E地区トンネル②:L=663m、コウモリ生息環境配慮のためトンネル天端一部露岩、通常時水位0.02m
 注) F地区トンネル:①(本坑L=422および横坑L=153)、②(L=1,000m壁面は全長にわたりコンクリート巻立)、かんがい期水位1.0m、非かんがい期水位0.05m

図 2-5 農業用水路トンネルにおける確認種の季節変動



F地区トンネル 横坑 (L=152m)(H27)

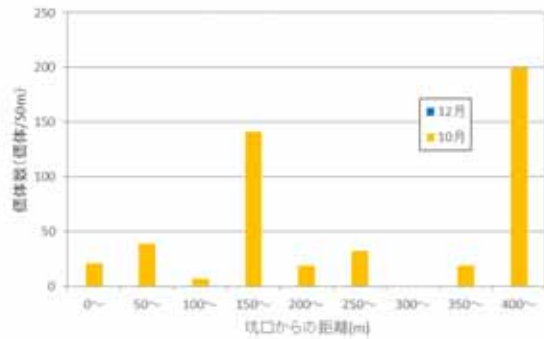
F地区トンネル (L=1000m)(H27)

- 注) 壁面は全長にわたりコンクリート巻立
 注) 横軸は坑口下流からの距離を示し、0~は0m以上50m未満を意味する。
 注) F地区トンネル①はF地区トンネル②につながる横坑、F地区トンネル②は両端とも開水路に接続
 注) 縦軸はコウモリ類の種に関係なく横軸の区間で確認された個体数を合計したもの。

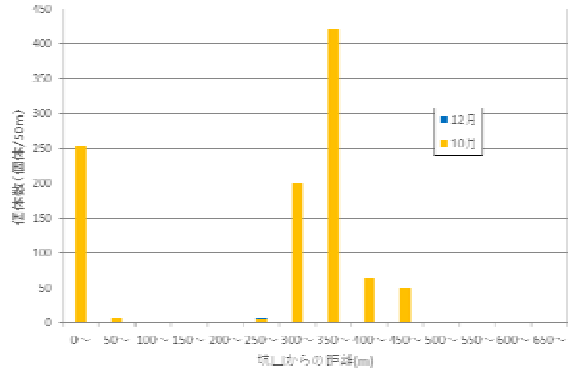
図 2-6 農業用水路トンネルにおける確認位置の季節変動

2.2.5 生息状況の経年変化（トンネルにおける利用位置等）

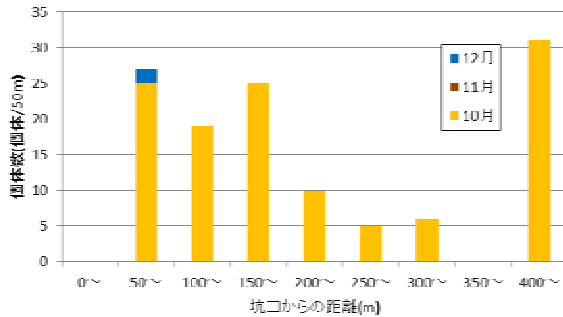
・同じトンネルでも年によりコウモリ類の確認状況(利用位置や個体数)は異なる。



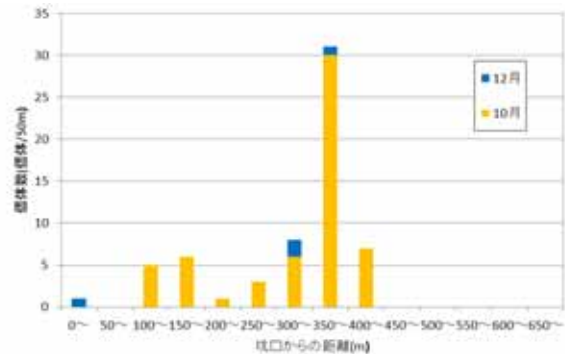
D地区トンネル (H26) (L=450m)



E地区トンネル (H26) (L=663m)



D地区トンネル (H27) (L=450m)



E地区トンネル (H27) (L=663m)

注) D地区トンネル:L=450m、壁面は全長にわたりコンクリート巻立、コウモリピット設置、かんがい期水位 1.0m、非かんがい期水位 0.5m、

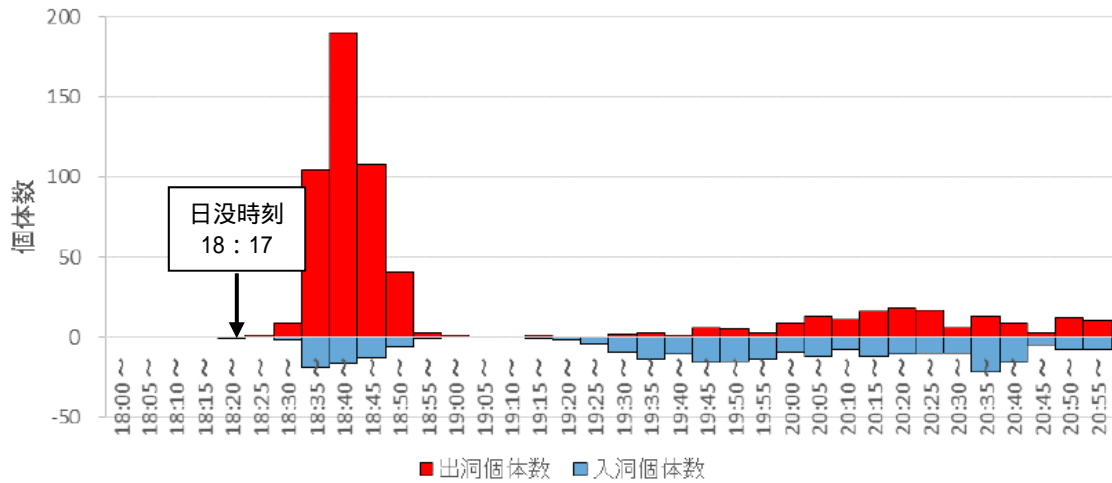
注) E地区トンネル②:L=663m、コウモリ生息環境配慮のためトンネル天端一部露岩、通常時水位 0.02m

片端(663m 地点)は通常閉塞されており入洞可能箇所は0m 地点のみ

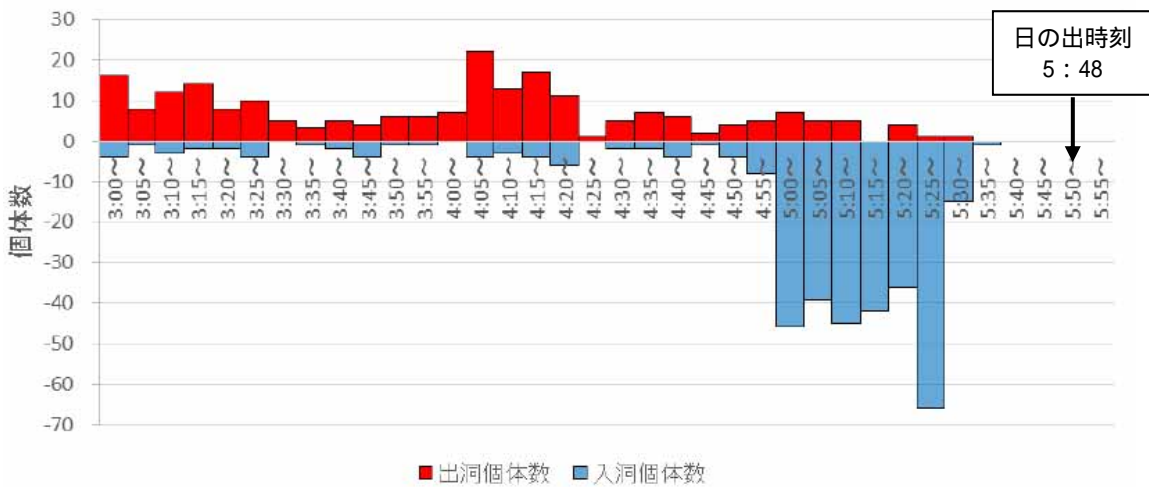
図 2-7 農業用水路（トンネル部）内における利用箇所のばらつき(確認された全種の記録)

2.2.6 活動期における農業用水路トンネル出入りの実態

- ・ 出洞、入洞の時間は、それぞれ日没、日の出時刻に集中する傾向がみられる。日没後、日の出前の時間帯においても頻繁に出入洞している様子がみられる。



日没後 (D地区トンネル：H27)



日の出前 (D地区トンネル：H28)

注) D地区トンネル:L=450m、壁面は全長にわたりコンクリート巻立、コウモリビット設置、かんがい期水位 1.0m、非かんがい期水位 0.5m
 出入り口は、上流側に 2 箇所(取水口と横窓)、下流側に 1 箇所(トンネル下端)存在する。5 月～9 月までのかんがい期はいつも通水されている。10 月から 4 月にかけては、取水口が閉じられ、内部にはわずかに水がたまった状態となる。

図 2-8 赤外線ビデオ撮影による出洞、入洞の時間帯の記録(10月の調査)

2.2.7 農業用水路トンネル改修後の生息状況

・トンネル改修工事後コウモリ類の生息数は減少したが、その後、生息が回復する傾向がみられた。

B 地区事業地区内の 16 箇所の農業用水路トンネルにおいて工事前に確認された 6 種のコウモリ類について、工事後のトンネル利用状況をモニタリングした。工事直後には生息が確認されない種もいる等の状況であったが、その後に生息が回復する傾向を確認した。生息数にはバラツキがあるものの、工事前に確認された全種のコウモリ類が確認された（新たな種も確認された）。（※工事前に生息するコウモリ類を捕獲し他のトンネルに放獣する、工事中のトンネルへの侵入防止のため坑口を閉塞する、コンクリート巻立てによる補強を行うトンネルでは止まり場としてコウモリピットを設置する等の環境配慮の取組を実施した。）

トンネル名		確認種名 (以下“コウモリ”は省略)						
		キクガシラ	コキクガシラ	モモジロ	ノレン	ウサギ	ユビナガ	テング
トンネル	工事前			0~1				
	工事後			0~1				
トンネル	工事前			0~12				
	工事後			0~5				
トンネル	工事前		0~145	0~168				
	工事後		0~16	0~9				
トンネル	工事前			0~21				
	工事後			0~22				
トンネル	工事前		0~3	0~38			0~1	
	工事後		0~1	0~9			0	
トンネル	工事前		0~452	0~90			0~160	0~1
	工事後		0~260	0~95			0~87	0
トンネル	工事前			0~3				
	工事後			0~7				
トンネル	工事前		0~7	3~76			0~2	
	工事後		0~46	0~37			0	
トンネル	工事前	0		0~46			0	
	工事後	0~1		0~37			0~19	
トンネル	工事前		0	0~11	0	0~1	0~1	
	工事後		0~44	0~25	0~1	0~1	0	
トンネル	工事前			0~7				
	工事後			0~68				
トンネル	工事前			0~12		0	0~1	
	工事後			0~14		0~1	0	
トンネル	工事前		0~95	0~12				
	工事後		0~124	0~30				
トンネル	工事前		0	0~72			0~2	
	工事後		98	0			0	
トンネル	工事前		0~103	0~132		0~1	0~5	
	工事後		0	0		0	1	
トンネル	工事前			0~32				0
	工事後			0~16				0~1

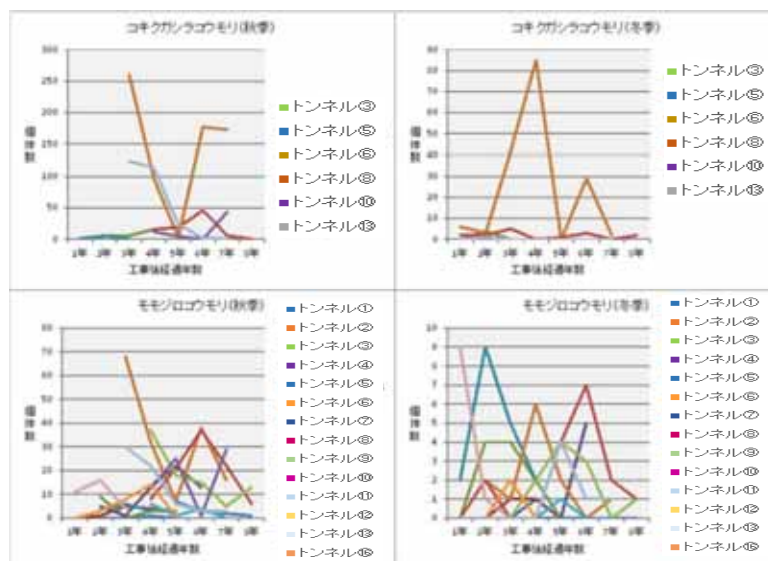


図 2-9 トンネル改修工事前後のモニタリング調査結果

(参考1) コウモリ類に係る生息調査(実施した調査の概要)

調査方法の概要

農業用水路トンネルを対象としたコウモリ類に係る調査については、コウモリ類の生息や利用の有無の確認、生息種や生息数の把握、農業用水路トンネルの利用状況など、環境配慮の検討に向けてコウモリ類の生息実態を把握するための調査や、環境配慮の取組後の生息状況を確認するための調査等が、以下の方法により行われた。

- ・目視確認調査
- ・バットディテクター(コウモリ類が発する超音波を捉えることのできる機器)による入感状況調査
- ・赤外線ビデオ撮影(センサー付きのカメラも含む)による調査
- ・捕獲調査(直接捕獲、かすみ網・ハーブトラップ)

目視確認調査

(1) 調査内容

目視によりコウモリ類の生息やトンネル利用の有無を確認する調査である。

トンネルの出入り口では、目視によりトンネルから出洞及びトンネルに入洞する(飛翔している)個体を確認する。トンネル内では、天井や壁、構造物の隙間などに定位している個体を目視により確認する(糞などの痕跡を確認する方法もある)。

(2) 取得情報

コウモリ類の生息やトンネル利用の有無、おおよその個体数(推定個体数)など。トンネル内での調査の場合には、このほか、おおよその種の同定、トンネル内の利用位置や利用状況等も把握可能。

(3) 留意点

- ・農業用水路トンネルでの調査の場合、かんがい期間は水が流れていることが一般的であり、トンネル内での調査ができないなど調査時期等に制限があることに留意が必要である。
- ・コウモリ類は夜間に活動するためトンネル出入り口における飛翔時の目視確認はライトをつける等工夫が必要となる。
- ・目視により確認された個体数や生息種については基本的に推定となるので、精度を高めるためにはビデオ撮影や直接捕獲等とあわせた調査が必要となる。
- ・トンネル内への入坑時には、コウモリ類の生息に影響を与えないように直接ライトを当てないことや作業時間をなるべく短くするなどの配慮が必要である。

バットディテクターによる入感状況調査

(1) 調査内容

コウモリ類の発する超音波を専門の装置（バットディテクター）により捕捉することでコウモリ類の存在を確認する調査である。夜間やトンネル内など光のない場所でも調査が可能である。

(2) 取得情報

コウモリ類生息の有無（トンネル内でも使用可能）。ただし飛翔個体と定位個体の区別はできない。

既往の調査結果をもとに種を推定することが可能な場合もある。

(3) 留意点

- ・ 専用の装置が必要となる。
- ・ 近年の研究成果（船越、2010）では、より精度の高い装置を用いることにより、「超音波パルスの形状」や音の出方で区分される「精査音」、「探索音」の最大、最小の組み合わせにより種の判別も可能であることがわかっているが、技術や費用等の面で課題がある。



参考 1-1 バット・ディテクター（mini-3）
Ultra Sound Advice 社製



参考 1-2 バット・ディテクター（SSF BAT2）
製造元：BUND

赤外線ビデオ撮影

(1) 調査内容

調査箇所にビデオを設置し撮影を行い、その後、ビデオ画像をもとにコウモリ類の存在や活動時間帯の行動、飛翔個体数等を確認する調査である。コウモリ類の活動が夜間であることを踏まえ赤外線ビデオを使用する。

出洞・入洞時のみを効率よく撮影する方法としてセンサー付きカメラを使用する方法もあるが、コウモリ類の飛翔の速度と撮影速度の関係で撮影できない場合もあることに注意する必要がある。

(2) 取得情報

コウモリ類生息の有無。おおよその個体数も把握可能。



参考 1-3 撮影されたコウモリ類



参考 1-4 撮影されたコウモリ類

(3) 留意点

- ・ 赤外線カメラが必要となる。
- ・ センサーカメラでは、センサーの感知範囲により、記録される個体数にばらつきが発生したり、記録されない場合がある。



参考 1-5 赤外線ビデオ設置状況



参考 1-6 赤外線ビデオ設置状況

捕獲調査

(1) 調査内容

【直接捕獲】

直接捕獲することにより、生息種、個体数等を把握する調査である。

昼間のねぐらや冬眠場所等として利用している農業用水路トンネル内に入り、個体を捕獲した上で、コウモリ類の種類や個体数を確認する。

調査時期は、春季、夏季、秋季、冬季の各季に実施可能であるが、トンネルの運用（かんがい期、非かんがい期）やコウモリ類の生態を考慮して実施する必要がある。

【かすみ網・ハーブトラップ】

トンネル内に入ることができない場合に、出入り口付近を飛翔するコウモリ類を捕獲し、生息種等を確認する調査である。

水路トンネルから出洞してくるコウモリ類を、出入り口付近にハーブトラップ等の捕獲器具を設置し捕獲する。個体を捕獲した上で、コウモリ類の種類等を確認する。

捕獲器具の例

かすみ網 : 太さ 0.1mm 程度、網目 14mm 四方 (例) を設置する。隙間ができないように、かすみ網の周辺を目の細かなナイロン網で塞ぐ。ただし、かすみ網は、鳥獣保護管理法により、環境省による捕獲許可を持たないものは所持できない。

ハーブトラップ : 捕獲面の寸法例 (高さ約 2m×幅約 2m、糸間隔約 5cm)

外観	仕組
	ハーブトラップは、四角いフレーム(捕獲面)に細い縦糸が一定間隔で張っており、この部分に飛来してきたコウモリ類がぶつかりと糸に沿って下の捕獲袋へ落下する仕組。 ずい道入口等(コウモリ類の通り道)にトラップを設置する。

参考 1-7 ハーブトラップ

(2) 取得情報

生息種、個体数 (少ない場合は全個体数、多い場合には推定個体数)、繁殖の有無(繁殖痕および当歳個体の確認による)等。

(3) 留意点

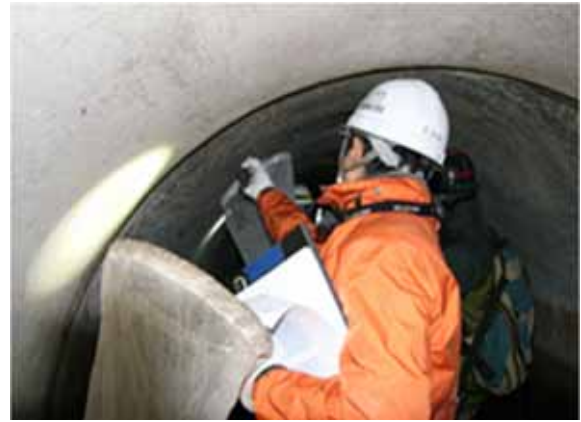
【直接捕獲】

- ・ 確認および捕獲時は、直接ライトを当てないことや作業時間をなるべく短くすること、捕獲個体数を限定するなど、コウモリ類の生息に影響を与えないように配慮が必要である。
- ・ トンネル内への入坑は、主に昼とするが、繁殖・哺育期においては授乳への影響を考慮し、親が出坑した夜間に行う配慮が必要である。
- ・ 作業時に生息するコウモリ類が飛翔することがあるため、全ての個体の捕獲や個体数の計数は困難である。
- ・ 捕獲にあたっては、感染症の懸念があるため、手袋等の着用により感染防止対策が必要。
- ・ 通水時は入坑が困難なため実施できない場合がある。
- ・ 捕獲の実施に当たっては、鳥獣の保護及び管理並びに狩猟の適正化に関する法律に基づき、環境省もしくは都道府県自然保護関係部署に捕獲許可申請が必要になる。

- ・ 捕獲されたコウモリ類は、ストレス等により生息に影響を与えるおそれがあるので配慮が必要である。



参考 1-8 直接捕獲



参考 1-9 網による捕獲

【かすみ網・ハーブトラップ】

- ・ かすみ網・ハーブトラップで捕獲されたコウモリ類は直接捕獲同様、ストレス等により生息に影響を与えるおそれがあるので配慮が必要である。
- ・ トンネル内の利用位置や利用状況等の目視確認による調査は同時に行うことができない。
- ・ 捕獲効率があまり高くない。効率をよくするためにはコウモリ類の通過場所を予測して設置する等の技術が必要とされ、コウモリ類の生態に関する知識と調査経験の豊富さが必要となる。
- ・ 捕獲される個体は、捕獲装置にかかる個体だけであるので、利用している個体の一部となる。
- ・ 捕獲の実施に当たっては、鳥獣の保護及び管理並びに狩猟の適正化に関する法律に基づき、環境省もしくは都道府県自然保護関係部署に捕獲許可申請が必要になる。



参考 1-10 かすみ網



参考 1-11 ハーブトラップ

(参考2) 農業用水路トンネルにおけるコウモリ類の生息環境配慮の取組事例

利用の場となるトンネル天端を保存 (E 地区 (山形))

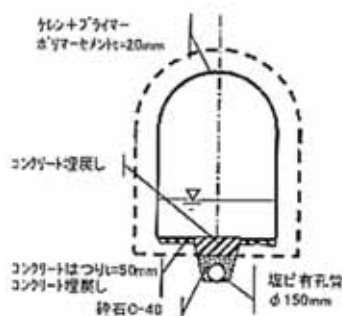
改修に先立つ事前調査の結果、改修対象となる約 460m 区間においてモモジロコウモリの繁殖利用が確認されたことを受け、コウモリ類の保全対策として、この区間の一部においてアーチサイド・インバート巻立法により天井部に素掘区間を存置した。

(1) 取組の内容

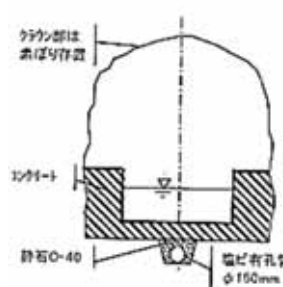
モモジロコウモリ、ユビナガコウモリを保全対象として、改修工事において一部区間に天端を被覆しない形状 (素掘) を採用している。

(2) 水路トンネルの構造

全長 663m。断面形状は縦断位置により 3 種 (管挿入・全面巻立・アーチサイド・インバート巻立) がある。上流端・下流端とも開水路区間に接続する。上流側約 200m は内径 1.0m の強化プラスチック複合管となっている。下流側のうち、3 か所に合計延長 350m のアーチサイド・インバート巻立法区間があり、この区間では断面の上半分が素掘りとなっている。そのほかの下流側区間は、全断面コンクリート巻立となっている。水位は間接集水域に相当の降水があったときには上昇するが、通常は馬蹄断面部で 2 cm 程度である。【平成 23 年度施工完了】



参考 2-1 巻立補修工法



参考 2-2 アーチサイド・インバート巻立法 (環境配慮区間)



参考 2-3 アーチサイド・インバート巻立法

(3) 配慮施設の設置箇所

下流側の 3 か所、合計延長 350m の区間をアーチサイド・インバート巻立法区間としている。

(4) 配慮施設の特徴

アーチサイド・インバート巻立法区間の断面の上半分を素掘りにしている (素掘区間の天井部を存置するという対策)。



参考 2-4 モモジロコウモリの幼獣の集団

(5) 利用状況

毎年安定して、コウモリ類の利用が確認されている。

簡易な止まり場の設置（A地区（岩手））

改修に先立つ事前調査の結果、希少なコウモリ（テングコウモリ）等が確認されたことを受け、コウモリ類の保全対策として、コウモリ類がぶら下がることや隙間に入ることができるように、鉄製の網によるコウモリ類の止まり場（簡易なコウモリピット）を設置した。

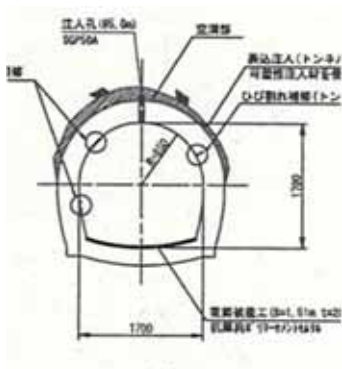
（１）取組の内容

テングコウモリ（事前調査時点の環境省レッドリスト 2007 において絶滅危惧Ⅱ類）、モモジロコウモリ、ユビナガコウモリ、キクガシラコウモリ、コキクガシラコウモリ等を対象とした鉄製の網による止まり場（簡易なコウモリピット）をトンネル天端に設置をしている。

（２）水路トンネルの構造

①全長 1,199m。標準断面は高さ 1.7m、幅 1.7m の馬蹄型。かんがい期の水位は底面から約 0.9m。非かんがい期の水位は 5 cm 程度で、インバート部の中央に 0.5m 程の幅で水面が残る。上流・下流端とも開水路区間に接続する。壁面はコンクリート巻立仕上げとなっている。旧壁面の天井部を残したまま部分的な補修が行われた。【平成 25 年度施工完了】

②長さ 1,047m。断面形は 4 号と同様だが、高さ及び幅は 1.5m。かんがい期の水位は底面から約 0.8m。非かんがい期の水位は、5 cm 程度で、インバート部の中央に 0.5m 程の幅で水面が残る。上流・下流端とも開水路区間に接続する。壁面は全長にわたりコンクリート巻立仕上げとなっている。旧壁面の天井部を残したまま部分的な補修が行われた。【平成 24 年度施工完了】



参考 2-5 トンネル構造



参考 2-6 簡易止まり場所
（トンネル内）



参考 2-7 コウモリ類の利用状況
（ピットの隙間に入るコウモリ類）

（３）配慮施設の設置箇所

- ①：下流坑口から 25m 及び 33m の位置に止まり場を設置。
- ②：下流坑口付近と上流坑口付近の坑口からそれぞれ 25m 及び 33m の位置に止まり場を設置。

（４）配慮施設の特徴

鉄製の網による簡易な施設（簡易なコウモリピット）

（５）利用状況

モモジロコウモリがコウモリピットの隙間に入る状況が確認されている。

プラスチック網、ジャバラ管等の資材を活用したコウモリピット(F地区(福島))

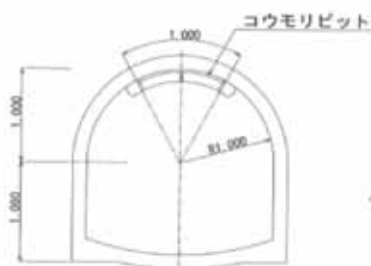
改修に先立つ事前調査の結果、モモジロコウモリやコキクガシラコウモリが施工場所の天井等で多数確認されたことを受け、コウモリ類の保全対策として、トンネル内の定着状況を参考に、足がかりとなる素材や風よけ設置の必要性等を考慮してプラスチック網、ジャバラ管等の資材を活用したコウモリピットを設置した。

(1) 取組の内容

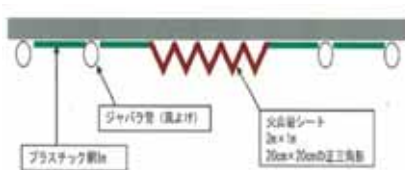
モモジロコウモリ、ユビナガコウモリ、コキクガシラコウモリを対象とし、それぞれの種の生態等を考慮したコウモリピットを設置している。

(2) 水路トンネルの構造

幹線用水路延長 30.8km のうち 22.6km が水路トンネル。調査工区の標準断面は高さ 2.08m 幅 2.0m の馬蹄型で、かんがい期の水位は底面から 1.0m となる。非かんがい期には水位 5cm となり、インバート部の中央に幅 1.2m の水面が残る。下流端は開水路部に接続するが、開水路部にコンクリート蓋が設置されているため、実質的な下流の開口部は坑口直下の約 2m 程度(参考 2-10)となっている。壁面は全長にわたりコンクリート巻立仕上げとなっている。【平成 18 年施工完了】



参考 2-8 トンネル標準断面図



参考 2-9 コウモリピット
施工縦断概念図



参考 2-10 本坑下流口
明かり部 (かんがい期)

(3) 配慮施設の設置箇所

水路トンネルの一部においてコウモリピットを概ね 100m 毎に 64 箇所設置している。子育てを行うための規模を確保することとして、設置箇所 1ヶ所あたり 6 m²以上としている。

(4) 配慮施設の特徴

風よけ材としてジャバラ管、足がかり材として、ユビナガコウモリ、モモジロコウモリ用はプラスチック網、コキクガシラコウモリ用は火山岩シートを使用している。

(5) 利用状況

平成 28 年度調査では、幹線用水路の 34 箇所のコウモリピットのうち 10 箇所でコキクガシラコウモリ (30 個体) とモモジロコウモリ (68 個体) の利用が確認された。



参考 2-11 コウモリピットの利用
(コキクガシラコウモリ)

鋼製コウモリピットの設置（D地区（山形））

改修に先立つ事前調査の結果、トンネルにモモジロコウモリ及びユビナガコウモリの生息が確認されたことを受け、コウモリ類の保全対策として、それぞれの生態の特徴や利用形態等をもとに足がかりや風よけの構造を考慮した鋼製のコウモリピットを設置した。

（１）取組の内容

モモジロコウモリ、ユビナガコウモリ、コキクガシラコウモリの利用を想定し、それぞれの保全対象種の生態等を考慮し作製した鋼製のコウモリピットを設置している。

（２）水路トンネルの構造

全長 450m。標準断面は高さ 1.8m、幅 1.8m の馬蹄型。かんがい期の水位は底面から 1.0m。非かんがい期には水路維持用水が通水され、水位は底面から 0.5m。上流端は頭首工の取水口に開口し、下流端は開水路区間に接続する。壁面は全長にわたりコンクリート巻立仕上げとなっている。

【平成 13 年度施工完了】



参考 2-12 幹線用水路(ずい道)標準断面図



参考 2-13 幹線用水路(ずい道)下流坑口付近(かんがい期)

（３）配慮施設の設置箇所

下流端より 100m～400m の範囲に平成 13 年、15 年、26 年、27 年に分けて 22 台のコウモリピットを設置している。

（４）配慮施設の特徴

狭い隙間を好むモモジロコウモリ、天井面などの窪みに集団で定位するユビナガコウモリ、風通しの悪い場所を好むコキクガシラコウモリなど対象種の生態を考慮した構造となっている。

（５）利用状況

早いところでは設置 1 年目に利用が確認された。平成 26 年には 91 個体、平成 27 年には 108 個体と、設置後 10 年以上経過したコウモリピットに多数の個体が確認された。



参考 2-14
モモジロコウモリ用
コウモリピット

参考 2-15
ユビナガコウモリ用
コウモリピット

参考 2-16
ユビナガコウモリと
モモジロコウモリの
利用状況

参考 2-17
ユビナガコウモリと
モモジロコウモリの
利用状況

(参考3) 農業用ダム周辺におけるコウモリ類の生息環境配慮の取組事例

仮排水トンネル跡地の有効利用 (道前道後平野地区 (愛媛))

ダム建設に先立つ事前調査の結果、ダム建設地周辺にモモジロコウモリ等の洞穴性コウモリ類の生息が確認されたことを受け、コウモリ類の保全対策として、仮排水トンネル跡地を代替生息場として活用し、人間等の侵入を抑制するバットゲート、坑内照度・温度を抑制する遮蔽幕、止まり場となるコウモリピットを設置した。

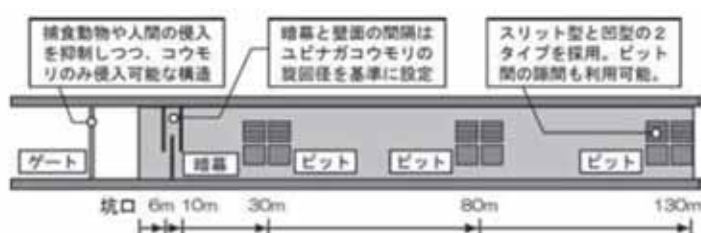
(1) 取組の経緯

道前道後平野農業水利事業志河川 (しこがわ) ダム建設工事では、周辺に生息するコウモリ類に配慮するため詳しい生息調査を実施。その結果、合計5種類のコウモリ類が確認され、このうち洞窟性コウモリ3種 (モモジロコウモリ、ユビナガコウモリ、コキクガシラコウモリ) を保全対象に、ダム完成後に廃止される予定であった仮排水トンネル跡地を、コウモリ類の生息場として有効利用することとして取組。

(2) 取組の内容

仮排水トンネル跡地は、コウモリ類の生息場所として有効利用するために、坑口部にコウモリ類と人間の生息場所を区分するゲートの設置や、坑内の照度、温度を抑制するための遮蔽幕の設置、トンネル内にコウモリ類の止まり場となるコウモリピットの設置を行った。【平成20年度設置完了】

保全対象とした3種全てが飛来し、トンネルを活用している。なお、この場所では保全施設を地域住民に紹介し、環境教育の場として利活用することで、本施設の機能を自然的価値以上のものに高めることを目的に、地元小学生等に呼びかけてコウモリ観察会が開催された。



参考 2-18 コウモリ保全トンネルの概要



参考 2-19 バットゲートの設置状況



参考 2-20 設置したコウモリピット



参考 2-21 コウモリ観察会での専門家のレクチャー

卷末 とりまとめに用いた資料

一般論文等			
番号	論文・書籍名	発行年	作成者等
1	秋吉台におけるバンディング法によるコウモリ類の動態調査 VI 1987年4月から1993年3月までの調査結果	1995	庫本正・内田照章 秋吉台科学博物館報告、30号、P37-49
2	奈良県吉野郡下北山村に見られるユビナガコウモリ (<i>Miniopterus fuliginosus</i>) 冬眠群の移動 (1) 出産・子育て場所	2004	井上龍一、前田喜四雄、徐華、津村真由美、鈴木和夫 奈良教育大学附属自然環境教育センター紀要 6:1-5
3	千葉県の大規模ねぐらにおけるユビナガコウモリの個体数変動	2005	繁田真由美・繁田祐輔・三笠暁子・水野昌彦・浅田正彦 千葉中央博自然研究報告 8 (2): 33-40
4	大通洞のコキクガシラコウモリ (<i>Rhinolophus cornutus</i>) 生存記録と移動記録	2008	寺西敏夫 マンモ・ス特別号、10号 P9-14
5	九州産食虫性コウモリ類の超音波音声による種判別の試み	2010	船越公威 哺乳類科学 50(2):165-175
6	志河川ダムにおけるコウモリ類の保全対策事例	2011	野崎達也 高橋良明 水と土 第162号 P67-73
7	環境配慮に伴う効果の算出	2014	秋田敦子 平成26年度近畿地方整備局研究発表会論文集
8	国連環境計画、Rio+20 に向けて、コウモリの生態系サービスに関する研究を紹介 http://tenbou.nies.go.jp/news/fnews/detail.php?i=8100	2012.04	国連環境計画 (UNEP)
9	コウモリ 進化・生態・行動	1998	J・D・オルトリンガム 松村澄子 監修 コウモリの会翻訳グループ訳 八坂書房 402PP
10	コウモリ観察ブック	2002	熊谷さとし、三笠暁子、大沢夕志、大沢啓子、株式会社人類文化社 303pp
11	日本の哺乳類[改訂版]	2005	阿部永 東海大学出版 206pp
12	The Wild Mammals of Japan	2009	OHDACI, S. D, Y. ISHIBASHI, M. A. IWASA and SAITOH T. SHOUKADOH Book Sellers, and Mammalogical Society of Japan, 544pp
13	コウモリ 識別ハンドブック 改訂版	2011	コウモリの会編 佐野明 福井 大監修 文一総合出版 88PP
14	環境省レッドリスト http://www.env.go.jp/press/files/jp/28083.pdf	2015	環境省 自然環境局野生生物課希少種保全推進室
15	温帯産洞穴性コウモリの生活史 キクガシラコウモリ	2008	日本の哺乳類学、①小型哺乳類 本川雅治[編]P173-199 東京大学出版会
16	秋田県の絶滅のおそれのある野生生物 秋田県版レッドデータブック動物編 2002	2002	秋田県生活環境分化部自然保護課 秋田県 環境と文化の村境界 217pp
17	山形県レッドリスト動物編掲載種について (2002年度策定版) http://www.pref.yamagata.jp/kurashi/shizen/seibutsu/705001yamagata_red_list2013.html	2002	山形県 みどり自然課
18	「レッドデータブックふくしま II 淡水魚類/両生・爬虫類/哺乳類」(福島県 2003)	2003	福島県 自然保護課 122pp
19	改訂・兵庫の貴重な自然 兵庫県版レッドデータブック 2003	2003	兵庫県健康生活部環境局 自然環境保全課 382pp
20	岩手県レッドデータブック Web 版 http://www2.pref.iwate.jp/~hp0316/rdb/index.html	2014	岩手県 環境生活部 自然保護課
21	愛媛県レッドデータブック 2014 愛媛県の絶滅のおそれのある野生生物 http://www.pref.ehime.jp/reddatabook2014/	2014	愛媛県 県民環境部自然保護課
22	長野県版レッドリスト (動物編) 2015年 http://www.pref.nagano.lg.jp/shizenhogo/kurashi/shizen/hogo/hogo/documents/ch3_1sekitsumi.pdf	2015	長野県 環境部自然保護課
23	コウモリ類の調査の手引き(案)	2006	国土交通省 国土技術政策総合研究所 緑化生態研究室 国土技術総合研究所資料 150pp