

オオタカ保護とロードキル対策の比較による  
里地里山の野生生物保護管理に関する研究

Studies on the wildlife conservation and management  
in Satochi-Satoyama region by comparison of Northern Goshawk  
(*Accipiter gentilis*) conservation and countermeasures for roadkill

末次 優花

専攻名：生産環境科学

連合講座名：森林・流域環境科学

入学年度：2018年

配属大学名：鳥取大学



## 目 次

第 1 章 序 論 .....	1
I 日本の近代以降における野生生物保護の歴史 .....	1
II 野生生物保護に用いられる用語の定義 .....	3
III 里地里山における野生生物保護管理の現状と課題 .....	6
IV 本研究の目的 .....	11
第 1 章の引用文献 .....	13
第 1 章の図表 .....	19
第 2 章 鳥取県立大山オオタカの森における事例研究 .....	20
I はじめに .....	20
II 事例研究地 .....	21
III 事例研究地においてオオタカ保護管理が成立した仕組みと主要因の検討 .....	23
IV オオタカの生息に配慮したマツ林管理の評価 .....	30
第 2 章の引用文献 .....	51
第 2 章の図表 .....	55
第 3 章 鳥取県におけるロードキル記録の事例研究 .....	83
I はじめに .....	83
II 調査地及び方法 .....	85
III 結果 .....	88
IV 考察 .....	95
V 結論 .....	105
第 3 章の引用文献 .....	106
第 3 章の図表 .....	113

<b>第 4 章 総合考察</b> .....	131
I 日本におけるオオタカ保護の歴史と保護意識の変遷.....	131
II 日本におけるロードキル対策に関する歴史と保護意識の変遷.....	134
III 保護意識に違いが生じた要因.....	136
IV 今後の課題.....	141
第 4 章の引用文献.....	142
第 4 章の図表.....	147
<b>第 5 章 おわりに</b> .....	152
謝 辞.....	154
Summary.....	156
摘 要.....	159
学位論文の基礎となる論文目録.....	161



## 第 1 章 序論

### I 日本の近代以降における野生生物保護の歴史

近代以降の日本における野生生物の保護は、狩猟資源の持続可能性の確保から始まった。明治時代に狩猟が自由となり、国産の鉄砲、村田銃が普及すると、その後、絶滅したニホンカワウソ (*Lutra lutra nippon*, *Lutra lutra whiteleyi*), ニホンオオカミ (*Canis lupus hodophilax*), エゾオオカミ (*Canis lupus hattai*), 野生絶滅したコウノトリ (*Ciconia boyciana*) をはじめとして羽毛や毛皮の商品化にともなう大乱獲が行われた (三浦 2008)。1873年の鳥獣猟規則は、銃猟のみが対象とされており、銃の使用による事故の防止など安全管理に重点が置かれていた。1892年には鳥獣規則となり、わなや網による狩猟も対象となり、保護鳥獣や保護期間が定められるなど、鳥獣の保護繁殖を重要視する考え方が導入された。1895年に「狩猟法」が制定され、1918年の「狩猟法」全面改正により現行法の骨格ができあがった。1968年に「鳥獣保護及狩猟ニ関スル法律」へ改称され、1999年の改正で特定鳥獣保護管理制度の創設、地方分権が明示された。2002年には「鳥獣保護及び狩猟に関する法律」(通称、鳥獣保護法) にひらがな書き口語体化され、新法として現在の鳥獣保護法が成立した (梶・土屋 2014)。このように、近代以降の日本における鳥獣法制は、1873年に鳥獣猟規則が制定されてから、明治時代以降の時代背景の変遷や野生鳥獣の個体数の変化を受けながら数度の改正を経て現在の制度となっている。

一方、すべての分類群を対象とした野生生物の保護は、1919年の「史蹟名勝天然記念物保存法」の制定・施行から始まった。同法は現行の「文化財保護法」の前身にあたる。保存要目は同法制定前の1915年から13回の評議を経たのち1917年に史跡と天然記念物の保存要綱(保存要目の体系)の草案が決定している。このとき、天然記念物には「動物」「植物」も対象に加えられた (黒田・小野 2004)。「文化財保護法」で天然記念物は「動物、植物および地質鉱物で我が国にとって学術上価値の高いもの」のうち、重要なものとされており (文化庁 2020a), 文化庁の国指定文化財等データベースで955件が登録されている (文化庁 2020b)。同法ではタンチョウ (*Grus japonensis*) など種の指定や、動植物の重要な生息地ならびに繁殖地が指定されている。1967年から、文化庁により文化財保護という観点で「天然記念物緊急調査」が行われ、都道府県別の図版で全国を網羅する縮尺20万分の1の植生図・主要動植物地図 (文化庁 1969-1983) が作成された。この調

査は、高度経済成長に伴う急速な開発によって学術上貴重な生物群集が急激に失われている状況を鑑みて「なるべく早く自然がどのような形で全国に分布しているかを調べて、自然の保護と開発の調和を図る」ことを目的に行われたものである（日置 2007）。1991年には環境省により緊急に保護を要する動植物の選定調査が4年かけて実施された。この調査結果をもとに、環境省版レッドデータブックの刊行、1992年の「絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律」（通称、種の保存法）の制定が行われた。同法は国内希少野生動植物種の指定など、種ごとの保護に着目している。国際的な背景として、1992年にブラジルのリオデジャネイロにおいて、「環境と開発に関する国連会議」（通称、リオ地球サミット）が開催された。同会議で、「生物多様性条約（生物の多様性に関する条約：Convention on Biological Diversity (CBD)）」に各国がそれらの条約を将来締結する意思があることを表明するために署名が行えるようになった（武内・渡辺 2014）。これを受け、1993年に「環境基本法」が制定され、1994年には環境基本法に基づく初めての環境基本計画が策定された。環境基本法第14条では、日本の法律で初めて「生物の多様性」という文言が用いられるとともに、「森林、農地、水辺地等における多様な自然環境が地域の自然的社会的条件に応じて体系的に保全されること」が施策の指針として規定されている。自然環境保全政策の対象を、生物多様性の保全という新しい観点を取り入れながら、国土全体の自然環境へと拡大したのである（武内・渡辺 2014）。そして、1995年10月に最初の「生物多様性国家戦略」が策定された（環境省自然環境局 2012）。

そして、2010年10月に愛知県名古屋市で開催された生物多様性条約第10回締約国会議（以下、COP10）に先立ち、2007年6月1日に「21世紀環境立国戦略」が閣議決定された。この中で「自然共生社会」という名称がはじめて公式に用いられた。「人類の生存基盤である生態系を守るという観点からは、生物多様性が適切に保たれ、自然の循環に沿う形で農林水産業を含む社会経済活動を自然に調和したものとし、またさまざまな自然とのふれあいの場や機会を確保することにより、自然の恵みを将来にわたって享受できる「自然共生社会」の構築が必要である」と述べられている。この考え方は持続可能な社会に向けた統合的取組の展開のひとつとして位置づけられている（武内・渡辺 2014）。2008年には「生物多様性基本法」が制定され、同法第1条では「豊かな生物の多様性を保全し、その恵沢を将来にわたって享受できる自然と共生する社会の実現を図り、あわせて地球環境の保全に寄与することを目的とする」とされており、生物多様性の保全が目的として明記された。2010年のCOP10では、戦略計画2011-2020の長期目標として、日本からの提案に

基づき、2050年までに「自然と共生する世界」(a world of “Living in harmony with nature”)の実現が掲げられた。これを実現するための指針として、2012年に「生物多様性国家戦略2012-2020」が策定された(環境省自然環境局 2012)。

以上より、日本の近代以降における野生生物保護の歴史は、狩猟(資源管理, 絶滅回避)から始まり、近年は種の保護から、生態系や生物多様性の保全を目指す方向に変遷している。

## II 野生生物保護に用いられる用語の定義

野生生物の保護に関しては、「保存」「保護」「保全」「管理」という4語が用いられることが多い。本項では、先行研究における用語の定義を整理した上で、本研究における用語の定義を行うこととする。

### 1. 先行研究における「保存」、「保護」の定義

四手井(1973)は、「自然保護」に関する用語について、次のように述べている。

日本における「自然保護」に相当する英語として、**preservation** 保存, 保全, 保護, **reservation** 保留, 保存, **conservation** 保存, 保護, 涵養, **reclamation** 回復, 取戻があり、自然保護には**conservation**がもっとも広く使われ、自然の保護には**preservation** 保存, **conservation** 保全, **reclamation** 復旧の3つが必要だといわれている。**conservation**ということは生態学的法則性を明らかにして、自然と開発の調和を求め、開発においても自然法則に反しないようにすることであるともいわれている。自然保護ということをするためには、保護しなければならない自然をまず**nature reserve** (**Naturschutz**: ドイツ語で自然保護区)として保存する。ついで他の地域が人の社会の発展上開発, 改変する必要があるときは、自然法則に反しないよう、無駄に自然を破壊しないように計画し、また開発による破壊が周辺に自然におよばぬようにすることまで含んでいると解する。すなわちはじめの保存が**preservation**であり、ついで自然の保全が**conservation**である。さらに破壊した自然を回復するのが**reclamation**で、この3者により人の行為による自然との対応を無理なくすすめようというのが「自然の保護」といわれるものであろう。(1973 四手井)

このように四手井は、「保存 (**preservation**)」、「保全 (**conservation**)」、「復旧 (**reclamation**)」による自然への対応を「自然の保護」と定義している。

沼田（1976）は、「自然の保護」という語について、次のように解説している。

自然の保護というと、ただかたくなに残された原始的自然にかじりついて観光や開発とたたかうもののように思われるが、自然保護の本質はどこにあるのだろうか。Conservationあるいはnature conservationはふつう自然保護と訳されているが、国際自然保護連合（IUCN）の名称がはじめprotectionを用いていたのをconservationに改めたのからわかるようにprotectionの意味の保護よりも広い。原生林を伐採からまもり、鳥獣を狩猟からまもるのはまさしくprotectionであるが、放牧とのバランスによって成立するシバ草原を維持し、休猟期間を科学的基礎にたってきめて一定面積の植物的自然にふさわしい鳥獣の数を保つていこうとするのは、もはや単なるprotectionではなく、自然を健全な状態に保とうとするconservationである。したがってconservationに対応する言葉としての自然保護では、常に開発と対立するわけではない。森林を伐採して放牧地をつくり、われわれの食べる肉や乳の生産をはかるということは正に開発であり自然の利用であるが、過放牧によって草地を荒廃させれば、かような畜産の場そのものの存立も危うくなり、この場合には放牧方式（放牧頭数、期間、輪換などの方法）を草地の状態とバランスさせることが、草地をよい状態に保つこと（conservation）でもあるし、それがとりもなおさず、草地の利用上も最もよく、大いに安定した生産をあげるということにもなる。（沼田 1976）

このように沼田は、Conservationを「自然保護」と訳し、protectionよりも意味が広く、自然を健全な状態に保とうとする行為も含まれることを指摘している。

杉村（2000）は、「自然保護」には4つのタイプがあると記した；①プロテクション[防衛的自然保護] 開発・土砂崩壊・踏圧・病虫害などの自然に対する外圧を排除する，②プリザベーション[保存的自然保護]法整備などによって自然の本質的価値に人為が加わらないようにする，③コンサベーション[保全的自然保護]自然の価値を損ねない利用をする（ある状態を保つために人為を加え続けることもある），④レストレーション[復元的自然保護]生態系の形態と機能の回復を目ざして，積極的に人為を加える。①～③は本来の自然の価値を維持する保護として，④は消失または荒廃した自然を健全な状態に戻す保護として挙げている。

このように、自然をそのまま維持することが「保存」、保存、人為による保全など複数の用語を複合した広い概念が「保護」と考えられる。

## 2. 先行研究における「保全」、「管理」の定義

Passmore, J. (1974) の著作 “Man’s responsibility for nature” (訳：間瀬 1979) によると、「保全」の思想は自然環境を人間のための「道具」であるとみなす(=道具的価値)が、「保存」の思想は自然環境に「それ自体の価値」がそなわっているとみなす(=内在的価値)という違いが述べられている。この考え方を受けて、1999年に森岡は、「人間のために自然を守る」という思想を「保全 conservation」、「自然のために自然を守る」という思想を「保存 preservation」と呼び、「保全/保存」×「介入・保護に賛成/反対」で、全部で四通りの分け方がある(鬼頭 1999. 森岡寄稿)としている。このように、その自然保護の目的が人間と自然どちらのためかという視点によって適する用語が異なり、「保全」は人間のための自然保護に用いられると指摘された。

1980年代には、保全生物学 (conservation biology) (Primack・小堀 1997, 2008)、保全生態学 (conservation ecology) (鷲谷・矢原 1996) という学問分野が現れた。いずれの学問分野も、「生物多様性の保全」と「健全な生態系の維持」を目指している。学問分野の名称に「保全」が使われるようになった。

2000年代から、新たに「管理」という用語が普及し始めた。野生動物管理の考え方は Leopold, A. (1933) “Game management” によると「野生生物管理はレクリエーションのために狩猟動物を毎年持続的に収穫できるように土地を管理する技術である」と記されている。しかし、梶 (2014) は、野生生物管理の定義は時代の変遷とともに拡張しており、現在は、狩猟動物に限定されず非狩猟動物まで拡大されていること、野生動物の価値がより拡大していること、野生動物の分布が拡大したため田舎や原生自然以外でも管理が必要となったことなどから、レクリエーション、倫理、経済的価値に直接関係がないすべての野生動物も対象とされると指摘している。

三浦 (2008) は、「保存」は生息地をそのまま保存して個体群を自然の推移にゆだねること、「保護」は個体群の存続や増加を阻む要因を取り除き生息環境を整えて個体数の増加を促すこと、「保全」はむしろ積極的に関与して個体数を調整したり合理的な利用を進めながら個体群を最適な状態に誘導すること、「管理」はこれらの総合であると述べている。ワイルドライフ・マネジメント (Wildlife Management) は直訳すれば野生動物管理(通常は哺乳類や鳥獣などの脊椎動物を指し、魚類や昆虫、植物は含まれない)であり、保存、保護、保全の方法を柔軟かつ適切に実行することが求められると指摘している。

高柳 (2014) は、野生動物の問題への取り組みを野生動物保全、または野生動物保護

管理と呼び、近年は野生動物管理とされる（三浦 2008；羽山ほか 2016）ことも多くなっているが、管理（management）には自然を克服し支配するという意味が含まれ、自然を守る（conservation）という自然利用の倫理と相容れない面がある（Hickey 1974）ため、保全（conservation）の方がよいという考え方もある（Bolen & Robinson 2003）と指摘している。

このように、「保全」は人間の利用のために自然を守るという意味が強く、自然のために自然を守るという「保存」「保護」とは目的が異なると考えられる。また、「管理」という用語も人間の利用という側面、とくに野生生物を資源として捉えた用語であり、人為の介入が前提となっていると考えられる。

### 3. 本研究における用語の定義

以上より、「保存」「保護」「保全」「管理」という用語は、人によって定義にばらつきがあり、かつ時代により使われ方が変遷してきた。

本研究では、人間の利用という側面よりも、自然や野生生物そのものを守ることに着目するために「保護」を、人為の介入により野生生物の保護を目指すため「管理」を用いることとし、2つの意味を含蓄させるために、「保護管理」という用語を用いることとする。

## III 里地里山における野生生物保護管理の現状と課題

### 1. 里地里山における野生生物保護管理の重要性

日本における野生生物保護の歴史を鑑みると、今後は特定の種の保護のみならず、系として生物多様性全体の保護管理を進めることが重要だと考えられる。

2012年に策定された「生物多様性国家戦略2012-2020」では、生物多様性の4つの危機が指摘されている。第1の危機（開発など人間活動による危機）、第2の危機（自然に対する働きかけの縮小による危機）、第3の危機（外来種など人間により持ち込まれたものによる危機）、第4の危機（地球温暖化や海洋酸性化など地球環境の変化による危機）である。第1の危機は、人間活動が自然環境に負の影響を与えるが、第2の危機は人間活動が自然に正の影響を与えることを示唆している。生物多様性の豊かな自然共生社会を実現するためには、負の影響は軽減または解消し、正の影響は増幅させることが望ましい。しかし、人間活動と自然環境が重合する地域では、その調整は難しい。

人間活動と自然環境が大きく重合する地域として、中山間地域や里地里山が挙げられる。

中山間地域とは、農業地域類型区分のうち、中間農業地域と山間農業地域を合わせた地域を指す。山地の多い日本では、このような中山間地域が総土地面積の約7割であり（農林水産省 2020）、日本の国土の大半を占めている。里地里山は定義が様々であるが、「生物多様性国家戦略2012-2020」における里地里山・田園地域（人工林が優占する地域を含む）では、「相対的に自然性の高い奥山地域と人間活動が集中する都市地域との中間に位置し、里地里山のほかに、人工林が優占する地域や水田などが広がる田園地域を含む広大な地域であり、集落を取り巻く二次林と人工林、農地、ため池、草原などで構成される地域概念」とされている。本研究では、中山間地域と里地里山・田園地域をあわせた概念として、以降は「里地里山」と称することとする。吉岡ほか（2013）は、1979年から1998年に環境庁によって実施された自然環境保全基礎調査の50000分の1植生図を用いて、解像度50mの土地利用図を作成し、「さとやま指数（Satoyama Index）」（Kadoya and Washitani 2011）を算出した。その結果、陸水を含む国土全体のうち、農業一さとやま的土地利用は60.8%、人工林は25.0%を占めることを明らかにした。そのため、里地里山は日本国土の6割以上を占めると言える。

このような里地里山は、長い歴史の中でさまざまな人間の働きかけを通じて特有の自然環境が形成されてきた地域であり、わが国の多様な生物相を支える重要な役割を果たしてきた。二次林や水田などが混在する自然環境は多くの固有種や絶滅危惧種を含む多様な生物の生息・生育地となっていると同時に、人間の生活・生産活動の場でもあり、多様な価値や権利関係が錯綜するなど多くの性格を併せ持つ地域である（環境省自然環境局 2013）。里地里山において、野生生物の保護管理と人間活動の両立を目指す具体的な手法を確立することは、日本国土の生物多様性を保護するために重要である。

## 2. 先行研究の現状

里地里山における野生生物の保護管理の先行研究としては、大型哺乳類の生息地および生息個体数の管理に関するものが挙げられる。具体的な例として、ニホンジカ（*Cervus nippon*）、ニホンイノシシ（*Sus scrofa leucomystax*）の個体数推定（環境省自然環境局野生生物課 2020；南ほか 2006など）、ニホンジカ、エゾシカ（*Cervus nippon yezoensis*）の植生に対する影響（吉川ほか 2011；前迫・高槻 2015など）、ツキノワグマ（*Ursus thibetanus*）、エゾヒグマ（*Ursus arctos yezoensis*）の個体数推定（米田・間野 2011）など多数の研究が行われている。農林業被害に関する研究も多く取り組まれ

ており、具体的には、ニホンジカ、ニホンイノシシ、ニホンザル (*Macaca fuscata*) など野生動物による農林業被害の状況やその防除技術 (井上ほか 2005, 農林水産省農林水産技術会議事務局 2006) などがある。

また、2000年代から、生物多様性の保護・保全という観点から、多様な研究が行われている。野生生物に関しては、里地里山におけるフクロウ (*Strix uralensis*) (守山ほか 2013)、両生類 (渡部 2014)、昆虫類 (宇都宮ほか 2017; 森本 2020) の保護のように、種または他の低次分類群に着目した研究が行われている。野生生物の生息環境に関する研究としては、里地里山に存在する湿地 (李・佐伯 2018) やため池 (高村 2019; 中野ほか 2020) など1つの環境または地域における生物多様性に着目した研究がある。また、Satoyama Index (Kadoya and Washitani 2011) の様に、土地利用・土地被覆の空間分布パターンを用いた里地里山の生物多様性の評価 (村上 2018) などが行われている。

### 3. 現状の課題

しかしながら、里地里山は国土の大半を占めるため、対象となる事象や地域が多様であり、現状では研究が不足している分野が存在する。本項では里地里山において一般的に存在しており、野生生物と人間活動の軋轢が生じている一次産業の「林業 (人工林)」と、交通基盤の「道路」に着目する。

林業 (人工林) と生物多様性については、一般的に人工林では皆伐後の植栽によって森林の回復は早くなるが、回復後の森林は同一齢の樹木から成り立つため、仕組みは均一になり、このような森林の単純化は生物多様性と生態系サービスを劣化させる要因 (尾崎ほか 2018) と指摘されている。里地里山で大きな面積を占める針葉樹人工林における野生生物や生物多様性に関する研究は、生物多様性の保護という観点、林業という人間活動と野生生物保護が両立し得る施業の実現という観点で重要である。林業と生物多様性に関する先行研究として、ヒノキ人工林の間伐と下層植生の多様性に関する研究 (黒岩・渡辺 2019; 山岸・伊藤 2019) や、近年は保残伐林業が試行されている (尾崎ほか 2018) など、植生に関する研究が多い。しかし、課題として、林業 (人工林) と野生生物の生物多様性に着目した研究が少ないことや、アカマツ人工林に関する研究が少ないことが挙げられる。アカマツ人工林は、戦後の1955 (昭和30) 年頃から拡大造林によって全国に植林された。しかし、板材や梁材としてのアカマツ材の需要減少に伴い、供給量が減少し、現在では育林のための施業が実施されていない地域がほとんどである (大住 私信)。マツ枯



れ（マツ材線虫病）の被害も深刻であり，全国の松くい虫被害量（材積）は，1979年に243万m<sup>3</sup>と最大となり，その後減少し，2009年には約59万m<sup>3</sup>と最大被害の4分の1程度まで減少したものの，年によって被害は変動し，依然として日本における針葉樹林の森林病害虫として最大の被害となっている（林野庁 2010）．マツ枯れ被害が造林意欲を低下させたと推測される．アカマツ人工林における野生生物や生物多様性に関する研究はほとんどない．いっぽう，里地里山の生態系上位種であるオオタカは，アカマツ林に最もよく営巣することがわかっており，オオタカの営巣する人工林に関してはその特徴や管理方法が提案されている（遠藤・小金沢 1989；環境庁自然保護局野生生物課 1996；前橋営林局 1998；尾崎・遠藤 2008；関東森林管理局 2008；環境省自然環境局野生生物課 2012）が，このような管理はほとんど行われていない．ここで，問題が生じてから対処療法的に講ずる保護を「消極的保護」，将来を予見して計画的に人手を加えて良好な環境を創出するような保護を「積極的保護」と呼ぶこととする．従来のオオタカの保護対策は，「環境影響評価法」における環境影響評価等，開発で発見された際に保全措置を取るなど「消極的保護」が中心であった．今後の生物多様性保護を目指していく時代には，人為を加えることでオオタカの生息環境を良好に保つような「積極的保護」が求められる．

道路については，第2次大戦直後の1945年以降は荒廃した国土とともに非常に貧弱であったが，1953年の道路特定財源制度の創設とそれに伴う1954年の第1次道路整備五箇年計画網の策定を契機として，その整備が本格化した（林ほか 1995）．2018年4月1日現在，道路法に定められた高速自動車国道，一般国道，都道府県道，市町村道の総延長は，120万km以上にのぼる（国土交通省 2020）など，日本全土に道路網が張り巡らされており，里地里山においても道路は普及している．道路の開発とともに，自動車騒音，大気汚染，生態系への影響等，道路環境にかかわる問題が顕在化してきている．このうち，自然環境に対する道路の負の影響は，大きく，生息地の消失，生息地の分断化，生息地の攪乱，およびロードキルの4つに区分されている（亀山 1997）．ロードキル（Roadkill）とは，動物が道路上で車に轢かれることにより死傷する現象であり，広義には側溝への落下，照明灯への衝突など，道路施設に起因する動物の事故も含まれる（高速道路総合技術研究所 2016）．このような背景から，日本では，1990年代からエコロードの取り組みが行われてきた．エコロードとは，生き物や自然環境を大切にしたい道づくりのことであり，生き物にやさしい道づくり，または自然にやさしい道づくりのことである（亀山 1997）．エコロードは1990年代に高速道路をはじめとした幹線道路において計画・施工されてきた．し

かしながら、ロードキルの問題は、現在も解決されていない。今後、里地里山における生物多様性の保護を行うためには、野生生物の死傷として直接影響が生じるロードキル対策を行っていくことが望まれる。

2点目の課題として、「技術」と「仕組み」という2側面を組み合わせた研究が不足している点が挙げられる。野生生物の保護管理を適切に行うためには、正確な基礎データ、科学的な知見・根拠に基づいた管理、モニタリングが重要である。三浦（2008）は、野生動物と共存するためには、生態学的研究に裏打ちされた、科学的で計画的な管理が必要であると指摘している。つまり、保護管理を実現するための「技術」が重要である。技術（*technique*）とは、科学を実地に応用して自然の事物を改変・加工し、人間生活に役立てるわざ（新村 2018）、自然に人為を加えて人間生活に役立てるようにする手段、またそのために開発された科学を実際に応用する手段（松村 2006）等と定義されている。本論文における「技術」は、科学的な知見、計画立案、調査、記録・データの取得、施工、解析、評価、モニタリングに関連する技術を指すこととする。具体的な先行研究として、山梨県のニホンリス（*Sciurus Lis*）について生息地の分断化の影響として個体群の遺伝的な多様性が低いことが示された研究（Tamura and Hayashi 2007）、里地里山におけるハッコウトンボ（*Nannophya pygmaea*）生息地の環境ポテンシャル評価を行った研究（亀山・倉本 2019. 日置・中田寄稿）、風力発電用風車への鳥類の風車衝突率の推定（樋口 2013. 白木寄稿）など技術に関する研究は遺伝子レベルから応用まで多岐に渡る。そして、そのような管理を実現するための「仕組み」が必要である。仕組みとは、ものごとのくみたてられ方であり、構造、機構と同義である（新村 2018）。本論文における「仕組み」は、WWF（2016）、WWFジャパン（2016）における4階層思考モデルの第3階層「システム構造」と同義とし、政治的、社会的、経済的側面などの複合的な構造を指すこととする。具体的な先行研究としては、福岡県福津市大峰山における多様な主体の協働によって里山の生物多様性の保全活動が実現した仕組みの解明（長谷川ほか 2020）、関東南部1都4県を事例とした里地保全に関連する市町村条例の規定内容の類型化に関する研究（三瓶・竹内 2006）など、関係機関のつながりや協働関係を体系化した研究や、法令等の制度に関する研究などがある。

里地里山における野生生物の保護管理を実現するためには、仕組みと技術の両立が必要であり、これらを組み合わせて研究することが重要である。

#### IV. 本研究の目的

里地里山において野生生物を適切に保護管理するためには、一次産業や交通基盤と調整を行う必要がある。本研究では、鳥取県を対象として、「林業」と「道路」それぞれ1つずつ事例研究を行った。そして、各事例研究の「仕組み」と「技術」の現状と課題を明らかにし、里地里山の野生生物保護管理に重要な要因を考察することを目的とした（表1-1）。

##### 1. 鳥取県立大山オオタカの森における事例研究

1つ目の事例は、鳥取県大山山麓に位置する「鳥取県立大山オオタカの森」におけるオオタカの保護管理である。ここでは、オオタカが生息するアカマツ人工林において、オオタカの生息環境を改善するための施業が試行され、同時に、用材林としての持続的利用も目指されている。施業の内容は、2006年から2010年にかけては、短期的にオオタカの営巣環境を整備する目的で、アカマツの間伐、亜高木層に達する広葉樹の除伐、マツ枯れ処理等が実施された。これらの施業は、オオタカの営巣に重要な大径高木の育成と、林内のオオタカの飛翔空間の創出を目的としたものであった。前述の施業が完了した後、2014年から現在までは、前橋営林局（1998）が遠藤・小金沢（1989）を基に提案した小面積皆伐による長伐期施業（輪伐）をモデルとした森林管理が実施されている。これは、オオタカの営巣中心域の広さは1つがい当たり12～36ha必要だといわれており（前橋営林局1998）、営巣地内でその広さを常に保つように輪伐を行う方法である。大山オオタカの森では、2014年から毎年1.5ha前後の面積で、材積あたり70%の強間伐によるアカマツの天然下種更新が行われている。そして、更新伐で収穫された材は、アカマツは木材として、広葉樹はチップとして売却されている。加えて、2006年から現在まで、マツ枯れ処理も実施されており、2006年から2013年までは燻蒸処理であったが、2014年からは運び出しチップ処理にて売却されている（鳥取県 2020）。このように、人工林において、オオタカ保護を目指しながら、林業も実現している例は全国でも数少ない。このような積極的保護の先進的な取り組みについて「仕組み」と「技術」を明らかにすることは、今後の里地里山の野生生物保護管理に重要な知見を得ることにつながると考えた。

そこで本研究では、初めに、事例研究地における歴史と保護管理体制を整理し、保護管理の仕組みを明らかにした（第2章 III）。次に、技術については、2006年から2010年の施業による環境の変化を「植生」と「鳥類」の2側面から把握し、オオタカの主要生息地と用材林という2つの側面からみた森林管理のあり方について提言した（第2章 IV）。

## 2. 鳥取県におけるロードキル記録の事例研究

2 つ目の事例は、鳥取県におけるロードキル記録に関する研究である。里地里山では、道路による生息地の分断により、ロードキルが発生している。道路の種類は高速道路、国道、都道府県道、市町村道、農道、林道など様々であるが、いずれの道路でもロードキルは発生する（末次・日置 2020a）。

ロードキルによる負の影響は、野生生物の個体の死亡（Andrews 1990 ; Forman et al. 2003）、それによる個体群への直接的な影響（Trombulak and Frissell 2000 ; Riley et al. 2006）が挙げられる。人間社会では、車両の損傷などの経済被害（寺尾ほか 2014 ; Sáenz-de-Santa-María and Tellería 2015）、人身事故といった交通安全への影響（高速道路総合技術研究所 2016）、イヌ・ネコなどペットの死亡（末次・日置 2020b）が指摘されている。また、ロードキルに対する一般市民への意識調査により、多くの人がロードキルは発生しないことが望ましいと考えていることが示唆された（末次・日置 2018）。一方、ロードキルによる正の影響として、ロードキルに遭った動物の遺体が、他の動物の餌資源にも成り得る点が挙げられる。しかし、餌とする動物が道路に近付き、新たな事故が発生するという悪循環が繰り返される（国土交通省 国土技術政策総合研究所 2013）ため、防止する方が望ましいと考えられる。以上から、野生生物の保護、交通安全の確保、経済損失の軽減、ペットの安全確保、運転者等の精神面から、ロードキル防止が望まれる。

しかし、国内では、エゾシカ（野呂 2015 ; 国土交通省北海道開発局 2019）、ヤンバルクイナ（*Gallirallus okinawae*）（森ほか 2010）、ホンドタヌキ（*Nyctereutes procyonoides viverrinus*）（園田 2005）など 1 種を対象とした研究はみられるが、ロードキルによる生態系や生物多様性への影響の実態は明らかにされていない。また、対策が行われている路線・区間であってもロードキルが発生しており、問題は解決していない。

本研究では、ロードキルの問題が解決しない一つの要因として、実態把握や防止対策の基礎となる「記録」に問題があると考えた。そこで、鳥取県を対象として、県下におけるロードキル記録の仕組みと技術の現状を明らかにするため、ロードキル記録を収集・分析した（第 3 章）。

## 第1章の引用文献

- Andrews, A. 1990. Fragmentation of habitat by roads and utility corridors-A review. *Australian Zoologist* 26:130-141.
- Bolen, E. G. and Robinson, W. L. 2003. *Wildlife Ecology and Management*. 634pp. 5th ed. Pearson Education Inc. New Jersey.
- 文化庁. 1969-1983. 天然記念物緊急調査植生図・主要動植物地図. 国土地理協会. 東京.
- 文化庁. 2020a. 文化財の紹介 天然記念物 [https://www.bunka.go.jp/seisaku/bunkazai/-shokai/tennen\\_kinenbutsu/](https://www.bunka.go.jp/seisaku/bunkazai/-shokai/tennen_kinenbutsu/) 2020年12月10日参照
- 文化庁. 2020b. 国指定文化財等データベース 史跡名勝天然記念物 天然記念物 <https://kunishitei.bunka.go.jp/bsys/searchlist> 2020年12月10日参照
- 千布拓生・日置佳之. 2017. 自然公園における生物多様性に配慮した植生計画の策定手法の検討：大山隠岐国立公園奥大山地区を事例として. *景観生態学* 22 : 11-32.
- 遠藤孝一・小金沢正昭. 1989. 林業から見たオオタカ営巣地の保護管理. *日本鳥学会誌* 37 : 185.
- Forman, R. T. T., Sperling, D., Bissonette, J. A., Clevenger, A. P., Cutshall, C. D., Dale, V. H., Goldman, C. R., Heanue, K., Jones, J. A., Swanson, F. J., Turrentine, T. and Winter, T. C. 2003. *Road ecology: science and solutions*. 481pp. Island Press, Washington.
- 長谷川逸人・須藤朋美・Shwe Yee Lin・伊東啓太郎・鎌田磨人. 2020. 環境計画の実践に向けた多主体協働による里山保全の仕組みづくり. *日本景観生態学会第30回大会発表要旨集* : 9.
- 羽山伸一・三浦慎悟・梶光一・鈴木正嗣. 2016. *野生動物管理：理論と技術（増補版）*. 508pp. 文永堂出版. 東京.
- 林良嗣・奥田隆明・加藤博和・戸松保晴. 1995. 経済発展への対応からみた戦後日本の道路整備に関する歴史的考察. *土木史研究* : 71-86.
- Hickey, J.J.1974. Some Historical Phases in Wildlife Conservation. *Wildlife Society Bulletin* 2 : 164-170.
- 樋口広芳. 2013. *日本のタカ学：生態と保全*. 354pp. 東京大学出版会. 東京.
- 日置佳之. 2007. 日本全国を網羅する現存植生図の応用面から見た課題. *景観生態学*

11 : 107-112.

井上友樹・宮島淳二・村上拓彦・光田靖・吉田茂二郎・今田盛生. 2005. 熊本県におけるニホンジカによる人工林剥皮害の発生確率予測モデル. 日本森林学会誌 87 : 111-116.

Kadoya, T. and Washitani, I. 2011. The Satoyama Index : A biodiversity indicator for agricultural landscapes. *Agriculture Ecosystems & Environment* 140 : 20-26.

梶光一・土屋俊幸. 2014. 野生動物管理システム. 248pp. 東京大学出版会. 東京.

亀山章. 1997. エコロード : 生き物にやさしい道づくり. 238pp. ソフトサイエンス(株). 松山.

亀山章・倉本宣. 2019. 絶滅危惧種の生態工学 : 生きものを絶滅から救う保全技術. 230pp. 地人書館. 東京.

環境庁自然保護局野生生物課. 1996. 猛禽類保護の進め方 : 特にイヌワシ, クマタカ, オオタカについて. 87pp. (公財) 日本鳥類保護連盟. 東京.

環境省自然環境局野生生物課. 2012. 猛禽類保護の進め方 (改訂版) : 特にイヌワシ, クマタカ, オオタカについて. 88pp. 環境省自然環境局野生生物課. 東京.

環境省自然環境局. 2012. 生物多様性国家戦略 2012-2020 : 豊かな自然共生社会の実現に向けたロードマップ. 252pp. 環境省. 東京.

環境省自然環境局野生生物課. 2020. 全国のニホンジカ及びイノシシの個体数推定等の結果について (令和元年度) <https://www.env.go.jp/press/107256.html> 2020年12月10日参照

関東森林管理局. 2008. オオタカの営巣地における森林施業 2 : 生息環境の改善を目指して. 169pp. (一社) 日本森林技術協会. 東京.

鬼頭秀一. 1999. 環境の豊かさをもとめて : 理念と運動. 315pp. 昭和堂. 東京.

国土交通省 国土技術政策総合研究所. 2013. 国総研資料 721 号 道路環境影響評価の技術手法「13.動物, 植物, 生態系」の環境保全措置に関する事例集. 国土交通省 国土技術政策総合研究所. 570pp.

国土交通省北海道開発局. 2019. 平成 30 年度版 エゾシカ衝突事故マップ [https://www.-hkd.mlit.go.jp/ks/douro\\_keikaku/qgmend0000002q0o.html](https://www.-hkd.mlit.go.jp/ks/douro_keikaku/qgmend0000002q0o.html) 2020年3月9日参照

国土交通省. 2020. 道路 [https://www.mlit.go.jp/road/soudan/soudan\\_10b\\_01.html](https://www.mlit.go.jp/road/soudan/soudan_10b_01.html) 2020年12月10日参照

(株) 高速道路総合技術研究所 緑化技術センター 緑化研究室. 2016. エコロードガイ

- ド：高速道路における自然環境保全の取組み. 151pp. (株) 高速道路総合技術研究所. 東京.
- 黒田乃生・小野良平. 2004. 明治末から昭和初期における史蹟名勝天然記念物保存にみる「風景」の位置づけの変遷. ランドスケープ研究 67 : 597-600.
- 黒岩宣仁・渡辺直史. 2019. ヒノキ人工林の間伐強度に応じた下層植生の種組成と種多様性. 高知県立森林技術センター研究報告 : 50-75.
- Leopold, A. 1933. Game Management. 520pp. The University of Wisconsin Press. Madison.
- 前迫ゆり・高槻成紀. 2015. シカの脅威と森の未来：シカ柵による植生保全の有効性と限界. 247pp. 文一総合出版. 東京.
- 前橋営林局. 1998. オオタカの営巣地における森林施業：生息環境の管理と間伐等における対応. 142pp. (一社) 日本林業技術協会. 東京.
- 間瀬啓允訳・Passmore, J 著. 1979. 自然に対する人間の責任. 349pp. 岩波書店. 東京.
- 松村明. 2006. 大辞林 第三版. 2976pp. 三省堂. 東京.
- 南祐介・川野佑・小西康夫・坂田宏志・石垣博行. 2006. 兵庫県におけるペトリネットを用いたニホンジカの個体群動態予測モデルの構築. システム制御情報学会論文誌 19 : 462-468.
- 三浦慎悟. 2008. ワイルドライフ・マネジメント入門：野生動物とどう向きあうか. 123pp. 岩波書店. 東京.
- 森貴久・伊部弘・小倉久美子・佐藤誉康・大谷結. 2010. ヤンバルクイナの交通事故リスクに関わる要因. 保全生態学研究 15 : 61-70.
- 森本信生. 2020. 昆虫類からみた茨城県土浦市にある宍塚の里山における生物多様性とその保全活動 (特集 昆虫から見た重要里地里山・重要湿地). 昆虫と自然 55 : 19.
- 守山拓弥・藤井伸一・田村孝浩. 2013. 小規模分散的に所有される民有林を用いた生態系保全の取組：栃木県逆面地区におけるフクロウの保全活動の事例から. 農村計画学会誌 32 : 29-32.
- 村上拓彦. 2018. 農地を囲む土地利用の空間分布パターンと里地里山の生物多様性保全. 日本リモートセンシング学会誌 38 : 266-268.
- 村杉幸子. 2000. 日本自然保護協会 HP. 自然保護 No.443 やさしくわかる自然保護 19  
まとめにかえて～再び"自然保護"とは～ <https://www.nacsj.or.jp/archive/2000/03/1070/>

2020年12月10日参照

中野繭・小林和子・中島法子・古賀和人. 2020. 長野市ため池群における絶滅危惧種シナイモツゴの分布調査とモニタリングサイトの選別: ぽんすけ育成会. 自然保護助成基金助成成果報告書 28: 58-68.

新村出. 2018. 広辞苑 第七版. 3216pp. 岩波書店. 東京.

野呂美紗子. 2015. 大型哺乳類との衝突事故の実態とその問題性. ワイルドライフ・フォーラム 19(2): 3-5.

農林水産省農林水産技術会議事務局. 2006. 農林水産研究開発レポート No.17 野生動物による農林業被害を防ぐ技術. 18pp. 農林水産省農林水産技術会議事務局. 東京.

農林水産省. 2020. 中山間地域等の振興について <https://www.maff.go.jp/j/nousin/tiiki/-sesaku.html> 2020年12月10日参照

沼田真. 1976. 自然保護ハンドブック. 390pp. 東京大学出版会. 東京.

尾崎研一・遠藤孝一. 2008. オオタカの生態と保全. 147pp. (一社)日本森林技術協会. 東京.

尾崎研一・明石信廣・雲野明・佐藤重穂・佐山勝彦・長坂晶子・長坂有・山田健四・山浦悠一. 2018. 木材生産と生物多様性保全に配慮した保残伐施業による森林管理: 保残伐施業の概要と日本への適用. 日本生態学会誌 68: 101-123.

Primack, R. B.・小堀洋美. 1997. 保全生物学のすすめ: 生物多様性保全のためのニューサイエンス. 398pp. 文一総合出版. 東京.

Primack, R. B.・小堀洋美. 2008. 保全生物学のすすめ: 生物多様性保全のための学際的アプローチ. 400pp. 文一総合出版. 東京.

李雅諾・佐伯いく代. 2018. 湧水湿地の価値に関する一考察: 中津川市岩屋堂における湿地と人々との関係に着目して. 湿地研究 8: 81-97.

Riley, S. P. D., Pollinger, J. P., Sauvajot, R. M., York, E. C., Bromley, C., Fuller, T. K. and Wayne, R. K. 2006. A southern California freeway is a physical and social barrier to gene flow in carnivores. *Molecular Ecology* 15:1733-1741.

林野庁. 2010. 平成22年版森林・林業白書. 55pp. (財)農林統計協会. 東京.

Sáenz-de-Santa-María, A. and Tellería, J. L. 2015. Wildlife-vehicle collisions in Spain. *European Journal of Wildlife Research* 61(3): 399-406.

三瓶由紀・武内和彦. 2006. 里地保全に関連する市町村条例の類型化に関する考察. 日



- 本造園学会誌 ランドスケープ研究 69 : 763-766.
- 四手井綱英. 1973. 生態系の保護と管理 I : 森林. 118pp. 共立出版. 東京.
- 園田陽一. 2005. 都市環境における野生哺乳類の生息地としての緑地の管理・配置に関する研究. 博士論文 (農学). 139pp. 明治大学. 東京.
- 末次優花・日置佳之. 2018. ロードキルに対する意識調査：一般的にロードキルはどのように認識されているのか？第 17 回「野生生物と交通」研究発表会 発表要旨集 17 : 67-74.
- 末次優花・日置佳之. 2020a. ロードキル発生要因の新たな可能性. 日本景観生態学会第 30 回大会発表要旨集 : 31.
- 末次優花・日置佳之. 2020b. 鳥取県を事例としたロードキル記録の現状と課題. 景観生態学. 印刷中
- 高村典子. 2019. 特集論考 ため池の生物多様性損失の評価と保全：兵庫県南部の調査研究から (特集 ため池). 農村計画学会誌 38 : 332-335.
- 高柳敦. 2014. 野生動物保全における必須対策としての被害防除. 森林野生動物研究会誌 39 : 39-43.
- 武内和彦・渡辺綱男. 2014. 日本の自然環境政策：自然共生社会をつくる. 246pp. 東京大学出版会. 東京.
- Tamura, N. and Hayashi, F. 2007. Five-year study of the genetic structure and demography of two subpopulations of the Japanese squirrel (*Sciurus Lis*) in a continuous forest and an isolated woodlot. *Ecological Research* 22 : 261-267.
- 寺尾愛也・日野貴文・吉田剛司. 2014. 科学的なシカ交通事故対策のための事故データの体系化：各国の先進事例と日本の展望. *野生生物と社会* 2(1) : 1-10.
- 鳥取県. 2020. 予算編成過程の公開 大山オオタカの森保全事業 (平成 21 年度～令和 2 年度) <https://www.pref.tottori.lg.jp/dd.aspx?menuid=27182> 2021 年 2 月 9 日参照
- Trombulak, S. C. and Frissell, C. A. 2000. Review of ecological effect of roads on terrestrial and aquatic communities. *Conservation Biology* 14:18-30.
- 宇都宮大輔・野村進也・日鷹一雅. 2017. 農村の昆虫の生物多様性を多様な主体の連携で守る取組み：奥能登・石川県珠洲市における挑戦. 農村計画学会誌 35 : 488-491.
- 鷲谷いづみ・矢原徹一. 1996. 保全生態学入門：遺伝子から景観まで 生物多様性を守るために. 270pp. 文一総合出版. 東京.

渡部恵司. 2014. コンクリート水路によるカエル類の移動障害と個体群保全に関する研究. 農村工学研究所報告 : 63-104.

WWF. 2016. Living Planet Report 2016 Summary. 18pp. WWF. New York.

WWF ジャパン. 2016. 生きている地球レポート 2016 要約版. 18pp. WWF ジャパン. 東京.

山岸極・伊藤哲. 2019. 間伐時に下層木を保残したヒノキ林における 7 年間の林床植生の種組成変化. 日本森林学会大会発表データベース 130 : 102.

米田政明・間野勉. 2011. クマ類の個体数推定及び動向把握方法の現状と課題. 哺乳類科学 51 : 79-95.

吉川正人・田中徳久・大野啓一. 2011. ニホンジカによる日本の植生への影響 : シカ影響アンケート調査 (2009-2010) 結果. 植生情報 : 9-96.

吉岡明良・角谷拓・今井淳一・鷺谷いづみ. 2013. 生物多様性評価に向けた土地利用類型と「さとやま指数」でみた日本の国土. 保全生態学研究 18 : 141-156.

第1章の図表

表 1-1 論文の構成

項目	区分		一次産業	交通基盤
	対象とする分野		林業（人工林）	
対象とする事象		アカマツ人工林における オオタカの積極的保護		ロードキル記録
本論文に おける 記載章節	仕組み	第2章 III		第3章
	技術	第2章 IV		

## 第 2 章 鳥取県立大山オオタカの森における事例研究

本章では、鳥取県大山山麓に位置し、オオタカの積極的保護が試行されているアカマツ人工林「鳥取県立大山オオタカの森」を事例研究地として、歴史及び保護管理体制を整理するとともに、植生及び鳥類の現地調査を実施し、施業の効果について評価した。

### I はじめに

オオタカ (*Accipiter gentilis*) は、環境省が公表しているレッドリスト 2019 (日本の絶滅のおそれのある野生生物の種のリスト) (環境省自然環境局野生生物課 2019)、鳥取県が公表しているレッドリスト (鳥取県生活環境部公園自然課 2012) で「準絶滅危惧」に記載されている希少猛禽類であり、里地里山を象徴する生態系上位種であることから、その絶滅や減少による生態系への影響が危惧されている (環境省自然環境局野生生物課 2012)。オオタカは全国のおもに平地から低山帯に生息し (松江ら 2006)、行動圏も広いことから、人間活動と切り離れた形で保護を図っていくことは不可能であり、むしろ人間と共存して行く方策を積極的に構築していく必要がある (環境庁自然保護局野生生物課 2012) とされている。また、環境省は、オオタカの保全が里地里山の環境の保全に寄与してきた経緯があるなど、オオタカの保全を含めた里地里山の保全の重要性を述べている (環境省 2020)。以上から、オオタカの保全は重要である。

これまで、オオタカの営巣環境や採餌環境の特徴、生息環境である針葉樹人工林の管理方法は、日本国内、海外の事例を基に、『オオタカの生態と保全』(尾崎・遠藤 2008) など多数の資料において示されてきた。資料で示された管理方法は、アカマツ、カラマツ、スギなど、オオタカが営巣する針葉樹人工林のいずれについても適用可能である (前橋営林局 1998)。オオタカは全国的に針葉樹によく営巣し、とくにアカマツ (*Pinus densiflora*) に営巣する個体が多い。アカマツは営巣に適した樹形を形成することが多く、他の針葉樹よりも架巣しやすい (四手井・佐野 1973; 堀江ら 2006) とされている。そのため、オオタカの生息環境としてアカマツ林を維持していくことは重要である。

アカマツ林は二次林や人工林として全国的に分布している。いっぽう、2015 年の国産材生産量の樹種別割合をみると、スギ、ヒノキ、カラマツ、広葉樹で 90%を占めるなど (林野庁 2017)、全国的にみてアカマツ生産量の割合は小さく、間伐、枝打ちなどの林業的な施業が実施され、アカマツが木材として収穫されている地域は少ない。このような

状況が生じたひとつの要因として、マツ枯れ（マツ材線虫病）の被害拡大（林野庁 2010）が造林意欲を低下させたことが推測される。

加えて、オオタカの営巣する森林において積極的に施業を実施し、好ましい環境の維持改善を試みた事例はほとんど見られない。希少猛禽類の保全については生息環境をより良好に保つことが必須であり、そのためには放置型の管理ではなく、必要に応じて積極的な施業を実施するなどの森林管理を行う必要がある。アカマツ人工林は、他の針葉樹人工林と同様に、人手を入れず放置すると林内の環境が悪化し大径木の育成が出来ない等の問題が生じる。そのため、間伐などの林業的な施業が、オオタカの生息環境保全と用材林の育成の両面につながる可能性がある。

そこで本研究では、「鳥取県立大山オオタカの森」を事例研究地として、以下 2 点について研究を行った。

1. 事例研究地が成立した歴史と保護管理体制を整理し、保護管理の仕組みについて明らかにし、里地里山で保護管理が成立するための主要因を検討した。
2. 施業前後の環境の変化を植生・鳥類の 2 側面から把握し、オオタカの主要生息地と用材林という 2 つの側面からみた森林管理のあり方について提言した。

## II 事例研究地

本研究は「鳥取県立大山オオタカの森」を事例研究地とする。立地条件と林齢は以下に示すとおりである。

### 1. 立地条件

図 2-1 に事例研究地の位置を示す。事例研究地は 104.5ha のアカマツ人工林である。大山北麓に位置し、標高は 300m~400m である。新期火砕流の堆積面である火山灰砂台地上にあり、土壌は表層腐植層が厚く排水のよい多湿黒ボク土（鳥取県農林部農業指導課 1974）である。地形は南東から北西に向かって約 7%で傾斜する等斉斜面である。

事例研究地とその周辺の林内や伐開跡地、周辺の防風林などにはアカマツのほかにクロマツ (*Pinus thunbergii*) もみられるが、主林木のほとんどはアカマツである。また、事例研究地の潜在自然植生は、シラカシ群集 (*Quercetum myrsinaefoliae*, Miyawaki and Ohba 1965) とされている（宮脇昭ほか 1979）。シラカシ群集は一般に地形が平坦で安定し、しかも土壌条件、とくに表層土が、カシ林域における他の群集よりも厚い土地に発

達する（宮脇昭ほか 1979）。しかしながら、事例研究地でシラカシは確認されず、周辺に現存植生としてのシラカシ群集はみられないことから、この潜在自然植生には疑問も残る。事例研究地から直線距離で東南に約 18km 離れた岡山県真庭市蒜山上長田（標高 430 m）にある気象庁のアメダスデータ（2004 年～2009 年月別平均気温）によって求められた温量指数（吉良 1949）は 77（冷温帯）であった。ちなみに、2009 年の上長田の年間の日平均気温は 11.3℃、日平均最高気温は 16.7℃、日平均最低気温は 6.5℃、年降水量は 2,132mm、最大積雪深は 88 cm であった。

事例研究地内には、南東方向を流れる阿弥陀川に続く沢がある。林縁には鳥取県道 315 号線や 305 号線などの道路が存在する。周囲は鏝拔山（標高 705m）や飯戸山（標高 515m）などの山々に囲まれ、伐開跡地や防風林、農耕地などが広がる。

## 2. 事例研究地の林齢区分

図 2-2 にアカマツの林齢区分と調査地点を示す。事例研究地のアカマツは、何回かに分けて植林されたものであるが、植林年等の記録は残されていない（小原 私信 2003）。そのため、生育段階の違いがよく分かる 1974 年の空中写真を用いて、空中写真の判読および現地確認により、アカマツの林齢毎に 5 つのタイプ（A～E）に区分した林齢区分図を作成した。

2003 年の調査において、A、B タイプからそれぞれ 20 本程度、C、D、E タイプについてはそれぞれ 10 本程度 of アカマツを選抜し、成長錐（Haglof 社製）を用いてコアサンプルを採取し、樹齢を推定した。A タイプが最も林齢が高く、2011 年時点で林齢 66 年生であり、B（51 年生）、C（48 年生）、D（43 年生）、E（40 年生）の順に若齢となっていた。また、B タイプが最も面積が大きく、A、C、D、E の順に小さくなっていた。2003 年以前は A タイプ、2004 年から 2011 年にかけては B タイプでオオタカの営巣が確認された（表 2-1）。

### Ⅲ 事例研究地においてオオタカ保護管理が成立した仕組みと主要因の検討

#### 1. 方法

##### 1-1. 調査方法

###### (1) 文献調査

事例研究地のオオタカ保護管理に関わる文献調査を行った。収集・整理を行った文献は以下に示すとおりである。なお、『平成23年度大山オオタカの森生態系調査委託業務報告書』については、鳥取県情報公開条例第6条第1項の規定により、鳥取県に平成29年3月1日に公文書の開示請求を行い、文献を入手した。

###### 【文献一覧】

###### 一事例研究地の位置付けおよび実施事業に関する文献

鳥取県条例第5号。鳥取県立大山オオタカの森の保全に関する条例。平成16年4月1日施行。

平成20年度版 鳥取県環境白書（HP閲覧版）(<https://www.pref.tottori.lg.jp/item/-431384.htm>) 2020年11月21日参照

平成21年度版 鳥取県環境白書（HP閲覧版）(<https://www.pref.tottori.lg.jp/item/-550249.htm>) 2020年11月21日参照

鳥取県 予算編成過程の公開 大山オオタカの森保全事業（平成19～令和2年度）(<https://www.pref.tottori.lg.jp/dd.aspx?menuid=27182>) 2021年2月14日参照

大山オオタカの森協議会資料（平成17～25年度）。鳥取県西部総合事務所生活環境局生活安全課

大山オオタカの森連絡調整会資料（平成26～令和2年度）。鳥取県西部総合事務所生活環境局生活安全課

###### 一事例研究地の調査研究および保全活動に関する文献

鳥取県。2004。オオタカの森の保護管理方針提言書。46pp。鳥取県。

鳥取県。2012。平成23年度大山オオタカの森生態系調査委託業務報告書。46pp。鳥取県。

朝日新聞デジタル。2018。「日本野鳥の会県支部長 土居克夫さん 鳥住む環境守れ 不断の調査」(<http://www.asahi.com/area/tottori/articles/MTW20180604320680001.html>) 2020年11月21日参照

－事例研究地周辺の土地利用および歴史に関する文献

大山町誌編さん委員会. 1980. 大山町誌. 1284pp. 大山町長 入江正雄. 鳥取.

大山町誌編集委員会. 2010. 続大山町誌. 900pp. 大山町. 鳥取.

－事例研究地周辺のマツの林業に関する文献

近藤芳五郎. 1995. 山陰のマツ：戦後 50 年をふりかえって. 181pp. 近藤芳五郎.  
鳥取.

鳥取県. 1962. 鳥取県の林業 1962 年版. 19pp. 鳥取県. 鳥取

－鳥取県におけるオオタカの希少性に関する文献

江原昭三・鶴崎展巨. 1993. 鳥取県のすぐれた自然（動物）. 鳥取県衛生環境部自然  
保護課. 327pp. 鳥取.

鳥取県生活環境部環境政策課. 2002. レッドデータブックとっとり：鳥取県の絶滅  
のおそれのある野生動植物〈動物編〉. 鳥取県自然環境調査委員会. 214pp. 鳥取.

鳥取県生活環境部公園自然課. 2012. レッドデータブックとっとり改訂版：鳥取県  
の絶滅のおそれのある野生動植物. 337pp. 鳥取県生活環境部公園自然課（鳥取県生  
物学会編）. 鳥取.

## 1-2. データ整理方法

文献により得られた情報について、(1) 事例研究地が成立した歴史的背景、(2) 事例研究地の保護管理体制、の 2 つの視点から整理した。(1) については、歴史的な経緯を年ごとに表形式で整理した（表 2-1）。(2) については、令和 2 年度の関係機関の役割と関係について、図形式で整理した（図 2-3）。また、前述した文献のうち、鳥取県 予算編成過程の公開 大山オオタカの森保全事業（平成 19～令和 2 年度）、大山オオタカの森協議会資料（平成 17～25 年度）、大山オオタカの森連絡調整会資料（平成 26～令和 2 年度）を整理し、大山オオタカの森で実施された保全事業の内容と協議会、連絡調整会議などの会議開催状況を表に整理した（表 2-2）。



## 2. 結果

### 2-1. 事例研究地が成立した歴史

表 2-1 に事例研究地をめぐる経緯を時系列的に示す。鳥取県西部に位置する大山（標高 1,729m）北麓には、大山マツの産地として全国的に有名なマツ林が存在する（近藤 1995）。大山のマツ材は工業原料や梁・桁といった構造材として優秀であるため広大な面積のアカマツ人工林が造林されてきた。事例研究地の立地する西伯郡大山町豊房地域も、かつては草刈場として地域住民に利用されていた（大山町誌編さん委員会 1980）が、戦後にアカマツが植林され、共有林として地元の人々が管理してきた（小原 私信 2003）。その後、このアカマツ人工林は 1991 年にゴルフ場開発のために民間企業によって買収された。民間企業の調査報告書には、オオタカはいないと記述されていた。しかし、1995 年にオオタカの営巣が確認された（私信 田中 1995）。NPO 法人 日本野鳥の会 鳥取県支部（以下、日本野鳥の会）によって、何度も調査が実施され、オオタカが生息していること、そして建設地変更や事業中止の訴えかけが繰り返し行われた（朝日デジタル 2018）。その後、ゴルフ場開発を計画していた会社がバブル経済崩壊の影響を受けて倒産した。鳥取県は、オオタカの県内における繁殖の確認がごく少ない（江原・鶴崎 1993；鳥取県生活環境部環境政策課 2002；鳥取県生活環境部公園自然課 2012）ことなどから、オオタカ保全の重要性を認識していた。そして、県内に繁殖するオオタカの主要営巣地の保全を目的として、2001 年にこのアカマツ人工林を取得し、「鳥取県立大山オオタカの森」と命名した。2004 年には「鳥取県立大山オオタカの森の保全に関する条例」が制定され、「リゾート開発から絶滅のおそれのある希少な野生動物であるオオタカの営巣地を守ることを目的として当該営巣地の存在する森を県が取得した経緯にかんがみ、鳥取県立大山オオタカの森を、希少な野生動植物が生息することのできる豊かな自然環境を貴重な財産として将来に継承し、環境立県を目指す象徴として、県及び県民が一体となって保全する」ことが決定された（鳥取県 2004）。すなわち、「鳥取県立大山オオタカの森（以下、事例研究地）」は、オオタカの生息地としてアカマツ林を管理・保全することを通して、生物多様性が豊かな森林を目指して設立されたといえる。

鳥取県は、事例研究地をオオタカの主要営巣林として保護・管理するために、2003 年度に日本野鳥の会鳥取県支部と鳥取大学に委託して第 1 回調査を実施した。調査結果とそれに基づく森林管理に関する提言をふまえ、鳥取県は 2006 年から 2010 年にかけて施業（アカマツの間伐および亜高木層に達する広葉樹の除伐）が実施された。その後、施業

後の状況を把握するために、2011 年度に第 2 回調査を実施され、オオタカの生息に配慮したマツ林管理の評価が行われた。

## 2-2. 事例研究地における保護管理体制

令和 2 年度における事例研究地に関わる関係機関の保護管理体制（役割と関係性）を図 2-3、事例研究地における保全事業と会議開催状況の一覧を表 2-2 に示す。

図 2-3 より、土地の管理および保護管理全般は、鳥取県西部総合事務所 生活環境局 生活安全課（以下、鳥取県）が取り行っている。鳥取県は、林業事業者に入札形式でアカマツ人工林施業を委託し、受託者である林業事業者が施業を実施し、その結果を報告する。鳥取県は、事例研究地をオオタカの主要営巣林として保護・管理するために、2003 年度と 2011 年度に調査研究業務を委託した。受託者である日本野鳥の会は、鳥取大学 農学部 生態工学研究室（以下、鳥取大学）と協力体制を取り、調査研究を実施した。そして、その結果を報告書にとりまとめ、鳥取県に報告していた。

表 2-2 より、「鳥取県立大山オオタカの森の保全に関する条例」施行後、保全事業として、2005～2017 年度に観察路等の整備・維持管理、2006～2013 年度に森林内の営巣環境の整備、2014～2020 年度に更新伐による長期的な営巣環境の整備が実施されていた。また、会議については、2005～2013 年度に大山オオタカの森協議会、2014～2020 年度に大山オオタカの森連絡調整会が開催されていた。協議会、連絡調整会のいずれも、鳥取県が実施主体となり、毎年、年 1 回の頻度で実施されていた（図 2-3、表 2-2）。「自然再生推進法」（平成十四年法律第百四十八号）、「エコツーリズム推進法」（平成十九年法律第百五号）など、協議会の設立が法で規定されている例もある。しかし、大山オオタカの森における協議会及び連絡調整会は、「鳥取県立大山オオタカの森の保全に関する条例」における定めは無いため、運用上機能していると考えられる。同条例第 5 条「県は、前条に掲げる施策の実施に当たり、積極的に県民との協働を図るものとする。」に関連して、開催されているものと考えられる。参加者は、日本野鳥の会鳥取県支部、鳥取大学農学部 生態工学研究室、鳥取県生活環境部緑豊かな自然課、大山町、地元の豊房地区自治会、大山オオタカの森保護員であった（図 2-3）。大山オオタカの森保護員とは、鳥取県立大山オオタカの森の保全に関する条例第 5 条の 2 に定める、大山オオタカの森を保全するためのボランティア活動を行う者をいう。協議会では、事業の実施状況やオオタカの生息状況、大山オオタカの森保護員の活動報告が行われていた。

### 3. 考察

事例研究地の歴史と保護管理体制の整理結果より、オオタカの保護管理が成立した主要因として、以下に示す 3 点が挙げられる。これら複数の要因が同時に成立したことによって、現在まで継続した保護管理が成立していると考えられる。

#### 3-1. 保護活動の発起人・団体の存在

アカマツ人工林の民間企業による買収後、日本野鳥の会の会員は、オオタカの営巣を確認した。そして、何度も調査が実施され、オオタカが生息していること、そして建設地変更や事業中止の訴えかけが繰り返行われた（朝日新聞デジタル 2018）。先ずは、問題提起を行う団体ないしは個人の存在が、保護活動が始まる重要な要因だと考えられる。

市民運動が契機となった野生生物や自然環境の保全は全国的に存在・展開されている。市民運動による自然保護活動の歴史的経緯について、藤沢（2010）が整理している。戦前戦後期、個人所有や金儲け目的といった私利私欲による希少な動植物等の乱獲に対する保護運動として、史跡名勝天然記念物保存や国立公園制度を求める運動、野生鳥獣保護に関する運動が行われた。これらは所有権や狩猟者の利権に絡むものであったため、法律制定に結びついた。1950 年前後に「日本自然保護協会」、「日本鳥類保護連盟」など全国的な自然保護組織が生まれている。これらの動きは、いわゆる文化人が自然の価値を理解しない一般大衆を啓蒙する文化運動的な側面に加え、生物学者らによる野外観察や郷土史研究などの動きがあった。1960 年代後半から 1970 年代は住宅地、道路等の開発が全国的に展開すると、地元の自然趣味・愛好団体により自然保護運動が行われた。この時期は公害問題も全国的に顕在化した。1980 年代後半には全国でリゾート開発反対運動や、地域振興等のために身近な自然の価値を重視する地元住民による住民運動の動きがあった。1990 年代以降は、失われた自然の再生を目的に、かつては対立関係にたつことも多かった第一次産業や土木工学等と連携・協力し、多様な領域・形態の保護活動が行われている（藤沢 2010）。現在、独立行政法人 環境再生保全機構が公開している環境 NGO・NPO オンラインデータベースに登録されている民間の環境保全団体は約 18,000 団体ののぼり、このうち「動植物の保護・生物多様性の保全」に関する活動を行っているのは 1,362 団体にもなる（2021 年 2 月 14 日時点。環境再生保全機構 2020）。

市民運動による野生生物の保全活動の具体例を 1 つ挙げる。鳥取県米子市に位置する米子水鳥公園は、コハクチョウ等の渡り鳥が飛来する干潟における農地造成の干拓工事を

受けて、1981年に地元の愛鳥家等による市民運動が開始された。その後、米子市長はじめ、首長や関係省庁、研究者らへの陳情、市民への訴えにより、1990年に湿地の保全が決定し、1995年に米子水鳥公園が開園した。公園の管理運営は鳥取県と米子市が出資して作られた公益財団法人中海水鳥国際交流基金財団に委託されている。

市民運動により行政の協力を得て、保護管理の主体となる施設や保護管理の制度が整備されることは、自然や野生生物の保護管理にとって重要な要因だと考えられる。

### 3-2. 保護管理の実行体制の構築

行政（鳥取県）がオオタカ保護に理解を示し、大山町、日本野鳥の会、研究機関（鳥取大学）、森林組合などの関係機関の協力体制がとられたことが重要である。ゴルフ場開発が計画された時と同時期に、1993年に出版された『鳥取県のすぐれた自然（動物）』（江原・鶴崎 1993）において、鳥取県内におけるオオタカの希少性が指摘されていた。その後、「鳥取県立大山オオタカの森の保全に関する条例」制定と同時期には、環境省と鳥取県のレッドデータリスト（鳥取県生活環境部環境政策課 2002）において、「絶滅危惧 II 類（VU）」として記載された。また、「絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律」（種の保存法）に基づく国内希少野生動植物種に指定されていた。このように、日本全国、そして鳥取県内でもオオタカの希少性が行政（鳥取県）に認識されたことで、協力を得ることができたと考えられる。

また、継続的に活動可能な実行主体の存在も重要である。長期的な保護活動の重要性は藤沢（2010）など先行研究においても指摘されている。図 2-3 より、鳥取県が保護管理の中心となっていることが明らかとなった。鳥取県は、林業事業者へのアカマツ人工林施業や、調査研究を専門家（日本野鳥の会、鳥取大学）へ委託していた。また、毎年実施されている大山オオタカの森協議会の企画・運営も行っていた。このように、関係者や関係機関をつなぐ中心となる実行主体があること、そしてそれが継続して実施されていることが重要な要因であると考えられる。

最後に、定期的な情報共有と協議の場が存在していたことも重要な要因だと推察される。大山オオタカの森協議会または調整連絡会が、毎年、年 1 回の頻度で開催されていた。協議会は関係者や関係機関の情報共有のために、そして、保護管理に対する協議も行われる、重要な場であった。協議会で定期的に事業内容について議論し、必要に応じて軌道修正を行う機会があることで、オオタカの繁殖状況などを踏まえ臨機応変に対応できる。オオタ

カは営巣場所が年により変わることがあるなど、その時々状況を把握して計画に反映することは重要である。このような定期的な場が設けられていることはオオタカの保護管理に重要である。

### 3-3. 法令（条例）の制定

2004年に制定された「鳥取県立大山オオタカの森の保全に関する条例」（鳥取県 2004）において、基本理念が明確に示された。条例に基づき、知事は、保全のために立入禁止区域を指定することができる（第7条）。行為の制限により、木竹伐採・植物採取、動物（鳥獣類、その卵を含む）の捕獲・殺傷などが制限されている（第8条）。また、県は、大山オオタカの森の適切な管理を図るため、大山オオタカの森保護員（大山オオタカの森を保全するためのボランティア活動を行う者をいう。）と共に巡視活動、自然環境に係る啓発活動等を行うなど、大山オオタカの森保護員の設置が明記されている（第5条）。

また、大山オオタカの森の全ての区域は「清水原」という名称で「鳥獣の保護及び管理並びに狩猟の適正化に関する法律」（平成十四年法律第八十八号）第二十八条の鳥獣保護区に指定されている。特定猟具（銃器）使用禁止区域に定められている。存続期間は、平成24年11月1日から平成34年10月31日とされている。

以上の様に、法令が制定されたことで、保護管理の体制がつけられたと考えられる。

## 4. 結論

文献調査により、事例研究地が成立した歴史と保護管理体制を明らかにした。事例研究地でオオタカの保護管理が成立した主要因は、以下の3つの観点に整理された；①保護活動の発起人・団体の存在、②保護管理の実行体制の構築、③法令（条例）の制定。里地里山において野生生物の保護管理を計画する際には、本研究で明らかにされた観点を参考に事業を計画・実施することが望ましい。

## IV オオタカの生息に配慮したマツ林管理の評価

### 1. 方法

#### 1-1. 用語の定義

図 2-4 に本研究におけるオオタカの生息環境の概念を示す。ここで述べるオオタカの“生息環境”とは、オオタカの“営巣環境”と“採餌環境”を合わせた概念である。ある個体が採食・繁殖・育雛に通常利用する場所である“行動圏”(Burt 1943)と同じ概念である。

“営巣環境”とは、営巣地の物理的空間であり、営巣木と古巣周辺で、営巣に適した林相をもつひとまとまりの区域とされる営巣中心域(環境省自然環境局野生生物課 2012)と同じ概念である。

“採餌環境”とは、狩りを行う物理的空間と餌となる鳥類の生息状況を指し、オオタカの餌動物のための良質な生息環境を提供するとともに、オオタカにとって好適な狩り場環境を提供する区域とされる採食行動域(前橋営林局 1998)と同じ概念である。

#### 1-2. 調査及び解析方法

##### (1) アカマツ人工林における施業

鳥取県は、2006年から2010年の5年間にかけて、2003年の第1回調査に基づき提案されたアカマツ人工林の施業を実施した。施業内容は、①アカマツの間伐(以下、間伐)、②亜高木層に達する広葉樹の除伐(以下、除伐)、③マツ枯れ病による枯死木の除伐・燻蒸(以下、マツ枯れ対策)である。

2006年は除伐が重点的に行われ、2007年から2010年は間伐と除伐が行われた。マツ枯れ対策は2006年から2010年にかけて実施された。除伐の際には、ヤマザクラ(*Prunus serrulata*)、ウワミズザクラ(*Prunus grayana*)など野鳥の餌となる果実をつける樹木は残すよう配慮された。

本項では、事例研究地における2006年から2010年の施業内容を整理した。

##### (2) 植生調査

各林齢タイプの組成と構造を把握するために、植生調査を実施した。調査内容は、①毎木調査、②植物社会学的植生調査、③林内空間の広がり(立木密度の算出及び横断面図の作成)とした。期間は、2003年4月から同年11月、2011年4月から同年11月に実施した。

## (2)-1 毎木調査

各林齢タイプに生育するアカマツ及びその他の樹木の特徴（樹高・胸高直径）を把握するために行った。20m×20m の方形プロットを A タイプに 4 箇所、B タイプに 5 箇所、10m×10m の方形プロットを C・D・E タイプにそれぞれ 2 箇所ずつ設置した（図 2-2）。各エリアに設置した方形プロットの個数と大きさは、佐藤（1971）の標本抽出法を参考に設定した。A・B タイプは、施業前後ともに、樹高が 1.3m 以上で胸高直径が 3.5cm 以上の全樹木について胸高直径と樹高を測定した。測定した胸高直径から胸高断面積を算出した。C・D・E タイプは、2003 年はアカマツのみ測定し、2011 年はアカマツ以外の樹木が成長し計測可能となったため、A・B タイプと同様に全樹木について測定した。なお、1.3m 以下で樹幹が分かれている場合は各樹幹を測定した。胸高直径の測定には、針葉樹は樹幹断面が真円形のため直径割巻尺を、広葉樹は樹幹断面が不定形のためメジャーを使用し周囲長の値を計算して直径を求めた。樹高は、測高竿及びレーザー測距器（TRUPULSE200, レーザーテクノロジー）を用いて測定した。

各林齢タイプの統計的な差異を把握するために、KRUSKAL WALLIS 検定を行った。いずれも有意水準は 0.05%とした。胸高直径、樹高について、95%信頼区間の推定を行い、値のとり区間を求めた。樹高・胸高直径の値を用いて一般化線形モデル（以下、GLM）を近似し、各変数間の関係性を把握した。

## (2)-2 植物社会学的植生調査

事例研究地の植生を把握するために、ブラウン・ブランケの植物社会学的植生調査法（Braun-Blanquet 1964）により、各階層の植被率、出現種の被度・群度を記録した。階層区分は、高木層：I 層（15m 以上）、亜高木層：II 層（1.3～15m）、低木層：III 層（0.5～1.3m）、草本層：IV 層（0.5m 未満）の 4 区分とした。調査地点は、2003 年では、毎木調査を行った A・B タイプに 20m×20m の方形プロット 9 箇所、2011～2012 年の調査では新たに C・D・E タイプの 10m×10m の方形プロット 6 箇所を加えて 15 箇所とした（図 2-2）。

記録した各階層の植被率から、林分階層多様度 FLD を算出した。FLD は、森林において鳥類の種多様度と正の関係を持つ傾向が知られている群葉高多様度 FHD（e.g. MacArthur & MacArthur 1961, Recher 1969）を参考に、由井（1988）が提唱した指標であり、以下の式で表される。

$$FLD = \left( \sum_{i \leq j = 1}^4 A_i A_j \right)^{\frac{1}{2}}$$

FLD は林の階層を高木層，亜高木層，低木層，林床植生（本調査では草本層に該当）の四層に分け，各々の葉層密度を無，疎，中，密の四段階にランク付けし，各々に 0, 0.33, 0.67, 1.0 の仮の重み A を与え，その林に存在するすべての層同士（階層 i~j 番目）で A を掛け合わせて積算し平方根をとったものである。FLD は林内各層の存在と各層の間の組み合わせ数合計の合計，つまりニッチの多さを絶対葉量もある程度考慮して把握した指数である（由井 1988）。本研究では，各層の植被率を 1%単位で記録しているため，よりの確に葉層密度を反映させるために，記録した植被率の値そのものを重み A として計算した。

### (2)-3 林内空間の広がり（立木密度の算出及び横断面図の作成）

オオタカは営巣林として林内に空間が広がっている林を選択する傾向があり，その林内の空間を把握するためには，立木密度に加えて，林冠下部に空間が広がっているかどうか把握することが重要である（Daw et al. 1998 ; DeStefano 1998 ; 鈴木 1999 ; Finn et al. 2002 ; Boal et al. 2006 ; 堀江ほか 2006 ; Squires and Kennedy 2006）。そのため，①水平方向の空間の広がり：毎木調査より立木密度の算出，②垂直方向の空間の広がり：横断面図の作成により林内構造や林内の空間の広がりを視覚的に把握，以上 2 点の調査を行った。

立木密度は，毎木調査の結果から，1ha あたりのアカマツ及びアカマツ以外の本数を算出した。アカマツは高木層の，アカマツ以外は亜高木層～低木層の立木密度を把握した。各年の営巣林・非営巣林及び各林齢タイプの統計的な差異を把握するために，KRUSKAL WALLIS 検定を行った。いずれも有意水準は 0.05%とした。立木密度について 95%信頼区間の推定を行い，値のとり間を求めた。また，胸高断面積・立木密度の平均値を散布図に示し，各変数間の関係性を把握した。

横断面図の作成は，各タイプの林内構造は均質性が高いため，毎木調査及び植物社会学的植生調査の調査地点から各タイプ 1 箇所ずつ代表プロットを選び，方形プロットの中央に A・B タイプは 2.5m×20m，C・D・E タイプは 2.5m×10m のラインを設け，横断面図を作成した。高木層の林冠下部と亜高木層の林冠上部の間に空間があるか無いかを横断面図から確認した。



### (3) 生息鳥類調査

国内におけるオオタカの餌動物は、鳥が主で（関東森林管理局編 2008）、小型～大型の鳥類を主に採餌し、そのなかでも特に中型鳥類を捕食することがわかっている（前橋営林局 1998；小俣 1999；尾崎・遠藤 2008；関東森林管理局 2008）。また、事例研究地の生物多様性を考察する指標の一つとして、鳥類の種多様性の把握は重要だと考えられる。そこで、事例研究地に生息する鳥類の調査を行った。

調査方法は定点観察法とし、定点から半径 25m の範囲内に出現した鳥類の種名・時間・個体数・行動・出現した階層を記録した。階層は、上空・上層（9m 以上）・中層（3～9m）・下層（0～3m）・地面の 5 つに区分した。期間は、2003 年 4 月から 2004 年 1 月に計 11 回、2011 年 4 月から 2012 年 1 月にかけて計 10 回実施した。

調査地点は、2003～2004 年はアカマツ人工林で A タイプ 1 箇所、B タイプ 4 箇所、林縁、谷、防風林、畑、伐採跡地にそれぞれ 1 箇所の計 10 箇所を実施した。2011～2012 年は、アカマツ人工林で C タイプ 1 箇所、D タイプ 1 箇所、E タイプ 1 箇所、林縁 2 箇所の計 5 箇所を新たに加え、計 15 箇所を実施した。アカマツ人工林の B タイプ 3 箇所（B-1, B-2, B-3）、A・C・D・E タイプに各々 1 箇所（A-1, C-2, D-1, E-1）の計 7 箇所は植生調査地点と重なっている（図 2-2）。

調査時間帯は、鳥類が良く活動する早朝とし、日の出から 30 分とした。また、関東森林管理局（2008）の好適餌種のサイズを参考に、出現した鳥類の大きさを小型・中型・大型の 3 段階に分類し、中型鳥類を好適餌種、小・大型鳥類をその他として整理した。

解析については、①出現個体数のクロス集計表を用いたカイ二乗検定（以下、クロス検定）、②Shannon-Wiener の多様度指数  $H'$  の算出及び母平均の差の検定、③FLD と  $H'$  の GLM、以上 3 点を行った。①については、各年、各タイプ、各調査回の出現個体数に統計的な差異があるか把握するために、クロス検定を行った。有意水準は 0.05%とした。②については、各年、各タイプの鳥類の多様性を把握するために、Shannon-Wiener の多様度指数  $H'$  を算出した。

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i \quad (0 \leq H')$$

ここで  $P_i$  は一調査区の全種の合計記録数に占める  $i$  番目の種の記録数の割合である。 $H'$  は多様性全体を表現する指標であり、数値が高いほど多様性が高いことを示す。 $H'$  は通年と繁殖期について算出した。繁殖期は、由井（1974）を参考に、4 月から 8 月の 5

か月間とした。また、各年の H' の統計的な差異を把握するために、母平均の差の検定 (t 検定) を行った。有意水準は 0.05%とした。③については、(2)-2 植物社会学的植生調査で算出した各林齢タイプの FLD と H' の値を用いて GLM を近似し、各変数間の関係性を把握した。

#### (4) 営巣木調査

事例研究地におけるオオタカの営巣木の特徴を知るために、営巣木の樹種、樹高、胸高直径、架巢高、架巢型、その他特徴を記録した。架巢型は、『オオタカの生態と保全』(尾崎・遠藤 2008) に基づき分類した。調査対象木は、2010 年及び 2011 年の営巣木とした。左記期間は、連続して同一の木に営巣していた。それ以外の営巣木は情報を得られなかったため、調査対象外とした。

#### (5) 植生・土地被覆図の作成

事例研究地及びその周辺の植生・土地被覆図を作成した。

植生・土地被覆図の作成範囲は、オオタカの採餌環境を把握するために適切なスケールを設定することが求められる。環境省により公表された指針『猛禽類保護の進め方(改訂版):特にイヌワシ、クマタカ、オオタカについて』(環境省自然環境局野生生物課 2012) では、巣から半径 3km の円を描き、その円とボロノイ領域とが重複した範囲を行動圏とみなす方法が示されている。事例研究地では、営巣木から半径 3km の円を分割するような近隣の営巣木は確認されていないため、ボロノイ領域は対象外である。そのため、営巣木調査で特定されたオオタカの巣の位置から半径 3km の円を行動圏とみなし(以下、推定行動圏とする)、植生・土地被覆図の作成範囲とした(約 2,827ha)。

植生・土地被覆図の作成方法については、環境省の自然環境情報 GIS 提供システムにより提供されている 2 万 5 千分の 1 の植生図を使用することが提案されているが、現状にあっていない可能性があるため、航空写真、現地調査等に基づき、植生図を修正する必要があると示唆されている(環境省自然環境局野生生物課 2012)。事例研究地を含む作成範囲の 2 万 5 千分の 1 の植生図は、2009 年に作成されたものであったが、2009 年に撮影された衛星写真(ALOS 衛星, AVNIR-2 センサ, 解像度 10m) や現地調査から現状と異なる箇所があったため、この植生図をそのまま使用することは憚られた。そのため、2009 年に撮影された衛星写真を用いて、2 万 5 千分の 1 の植生図を参考にしながら、推定行動

圏の植生・土地被覆図を作成した。判読にはリモートセンシング画像処理ソフト（ESRI社製 ERDAS IMAGINE）を用いた。凡例は、環境省の自然環境情報 GIS 提供システムの 2 万 5 千分の 1 の植生図に用いられている統一凡例の環境大区分・中区分の名称を参考にして、植生及び土地被覆ごとに区分した（表 2-9 参照）。

## 2. 結果

### 2-1. アカマツ人工林における施業

図 2-5 にアカマツ人工林の施業実施年度区分図、表 2-3 に施業前後のアカマツの平均立木密度及び間伐木の平均胸高直径を示す。間伐は、10m×10m の方形プロットにアカマツが 6～7 本残るように行われた。その結果、間伐後の立木密度は平均  $633 \pm 37.1$  本/ha となった。林業面からアカマツの立木密度を考えると、アカマツ一般林分密度管理図（安藤 1982）によれば、立木密度 600 本/ha のアカマツ林では、最大で樹高 24m 前後、胸高直径 33 cm 前後となり、幹材積 500m<sup>3</sup>/ha 前後の収量が得られる大径高木の林分になると予想される。

また、表 2-4 に毎木調査の結果を示す。除伐の結果、アカマツ以外の樹木の平均立木密度は A タイプで  $2,138 \pm 733.3$  本/ha から  $1,381 \pm 232.2$  本/ha と大幅に減少した。

マツ枯れ病による枯死木については、松枯れ対策として、間伐及び除伐の実施時に発見した枯死木は全て除伐され、燻蒸処理が実施された。5 年間で計 111.2m<sup>3</sup>（103 本）が処理された。

### 2-2. 植生

#### (1) 毎木調査

#### (1)-1 調査結果

##### ①アカマツ

表 2-4、図 2-6、図 2-7、図 2-8 に毎木調査の結果を示す。

2003 年におけるアカマツの胸高直径及び樹高の平均値は、A タイプで最も大きく、B、C、D、E タイプの順に小さかった。胸高直径は、最大の A タイプの平均値は  $37.0 \pm 11.3$ cm、最小の E タイプの平均値は  $19.4 \pm 5.8$  cm であった。樹高は、最大の A タイプの平均値は  $20.0 \pm 3.1$ m、最小の E タイプの平均値は  $12.9 \pm 2.6$ m であった。

2011 年における胸高直径の平均値は、A タイプで最も大きく、D、B、E、C タイプの順

に小さくなり、2003年と傾向が異なった。最大のAタイプの平均値は $42.1 \pm 11.0\text{cm}$ 、最小のCタイプの平均値は $30.0 \pm 7.7\text{cm}$ であり、いずれの林齢タイプも $30.0\text{cm}$ を上回った。樹高の平均値は、Aタイプで最も大きく、B、D、E、Cタイプの順に小さかった。最大のAタイプの平均値は $21.9 \pm 2.5\text{m}$ 、最小のCタイプの平均値は $17.6 \pm 1.0\text{m}$ であった。

## ②アカマツ以外の樹木

アカマツ以外の樹木の2003年における胸高直径の平均値はAタイプで $8.3 \pm 5.5\text{cm}$ 、Bタイプで $5.2 \pm 1.6\text{cm}$ であった。樹高の平均値はAタイプで $6.9 \pm 3.6\text{m}$ 、Bタイプで $6.2 \pm 1.8\text{m}$ であった。胸高直径及び樹高ともに、Aタイプの方が大きかった。

2011年は全ての林齢タイプでアカマツ以外の樹木が成長していたため、全ての林齢タイプで調査を行った。2011年における胸高直径の平均値は、Aタイプで最も大きく、C、E、D、Bタイプの順に小さかった。最も胸高直径が大きかったAタイプの平均値は $8.5 \pm 4.5\text{cm}$ であった。樹高の平均値は、Bタイプで最も大きく、A及びDが同値、C及びEが同値でこの順に小さかった。最も樹高が大きかったAタイプの平均値は $7.6 \pm 3.4\text{m}$ であった。胸高直径、樹高ともに2003年よりも大きかった。

## (1)-2 解析結果

### ①信頼区間

胸高直径及び樹高の信頼区間(95.0%)を推定した結果、2003年は、Aタイプの胸高直径は $34.0\text{-}40.0\text{cm}$ 、樹高は $19.2\text{-}20.8\text{m}$ 、Bタイプはそれぞれ $25.9\text{-}28.2\text{cm}$ 、 $17.9\text{-}19.0\text{m}$ であった。2011年は、Aタイプの胸高直径は $39.1\text{-}45.1\text{cm}$ 、樹高は $21.2\text{-}22.6\text{m}$ 、Bタイプはそれぞれ $30.5\text{-}34.0\text{cm}$ 、 $18.2\text{-}19.3\text{m}$ であった。2003年、2011年ともにAタイプの方がBタイプよりも胸高直径及び樹高の信頼区間が大きかった。2011年のBタイプの樹高及び胸高直径の信頼区間は、2003年Aタイプの値に近づいていた。

### ②KRUSKAL WALLIS 検定

#### ②-1 アカマツ

2003年は、胸高直径、樹高ともに、営巣林(Aタイプ)に対して、非営巣林のうちB、D、Eタイプは差がみられ、Cタイプは差がみられなかった( $r < 0.05$ )。非営巣林(B、C、D、Eタイプ)同士の検定では、Eタイプとの組み合わせ(B-E、C-E、D-Eタイプ)

で差がみられたが、他の組み合わせ (B-C, B-D, C-D タイプ) で差はみられなかった ( $r < 0.05$ ).

2011 年は、胸高直径、樹高ともに、営巣林 (B タイプ) に対して、非営巣林のうち A タイプは差がみられ、C, D, E タイプは差がみられなかった ( $r < 0.05$ ). 非営巣林 (A, C, D, E タイプ) 同士の検定では、胸高直径では A-C, A-E タイプの組み合わせで差がみられたが、その他の組み合わせ (A-D, C-D, C-E, D-E タイプ) で差はみられなかった ( $r < 0.05$ ). 樹高は、A タイプとの組み合わせでは全て有意な差がみられたが、それ以外の組み合わせ (C-D, D-E, C-E タイプ) で差はみられなかった ( $r < 0.05$ ). 胸高直径、樹高ともに B, C, D, E タイプの間で差はみられなかった ( $r < 0.05$ ).

## ②-2 アカマツ以外の樹木

2003 年は営巣林 (A タイプ) に対して、非営巣林 (B タイプ) の胸高直径は有意な差がみられたが、樹高は有意な差がみられなかった ( $r < 0.05$ , CDE タイプは未調査.) 一方、2011 年は営巣林 (B タイプ) に対して、非営巣林のうち A タイプは胸高直径、樹高ともに差がみられたが、C, D, E タイプは差がみられなかった. また、2011 年非営巣林 (A, C, D, E タイプ) 同士の検定では、胸高直径、樹高ともに有意な差はみられなかった ( $r < 0.05$ ).

## ③GLM

図 2-9 に 2003 年及び 2011 年のアカマツの樹高と胸高直径の値を用いた GLM を示す. 樹高と胸高直径は、 $y = 0.1986x + 12.48$  の直線近似式で  $R^2 = 0.3569$  ( $r < 0.05$ ) となり、弱い正の相関がみられた.

### (2) 植物社会学的植生調査

表 2-5 に植物社会学的植生調査の結果を示す. 階層は、いずれの林齢タイプにおいても、高木層、亜高木層、低木層及び草本層の 4 つに区分された.

2003 年は、A タイプ、B タイプともに高木層の優占種はアカマツで、植被率はそれぞれ 33%、56%であり、B タイプの方が高かった. 亜高木層は、A タイプの植被率は 65%、優占種はエゴノキ、ヒサカキ、ソヨゴであった. B タイプの植被率は 80%、優占種はヤマザクラ、クロモジであった. 低木層は、A タイプの植被率は 40%、優占種はクロモジ、ヒサカキ、ヒメアオキであった. B タイプの植被率は 48%、優占種はハイイヌツゲ、ク

ロモジ, ヒメアオキであった。草本層は, A タイプの植被率は 27%, 優占種はヤマウグイスカグラ他であった。B タイプの植被率は 14%, 優占種はハイイヌツゲ, クロモジであった。A タイプ, B タイプともに亜高木層の植被率が最も高かった。

2011 年は, 高木層の優占種は, 全タイプでアカマツであり, 植被率は 38~55%であった。亜高木層の優占種は A タイプでエゴノキ, コナラ, リョウブ, ウリハダカエデ, A タイプ以外の優占種はヤマザクラなどのサクラ類等であった。植被率は 48~68%であった。低木層の優占種は, ネジキ, ヒサカキ, クマノミズキ, ヤマモミジなど多様な種が共優占していた。植被率は 21~46%であった。草本層の優占種は, ヒメアオキ, クロモジ, ヒサカキ, ハイイヌツゲ等が共優占していた。植被率は 37~74%であった。

表 2-5 に林分階層多様度 FLD を算出した結果を示す。A タイプは, 2003 年 0.99, 2011 年 1.36 となり, 増加していた。B タイプは, 2003 年 1.17, 2011 年 1.12 となり, わずかに減少した。また, 2011 年の C, D, E タイプは 1.01~1.28 となり, いずれも 2003 年の A タイプよりも大きい値であった。2003 年と 2011 年の FLD について母平均の差の検定 (t 検定) を行った結果, 有意な差はみられなかった ( $P=0.516$ ,  $r<0.05$ )。

### (3) 林内空間の広がり

#### (3)-1 立木密度

##### ①調査結果

立木密度は表 2-4 及び図 2-8 のとおりである。アカマツの 2003 年における立木密度の平均値は, D タイプで最も大きく, E, C, B, A タイプの順に小さかった。最大の D タイプの平均値は  $2,550 \pm 1626.3$  本/ha, 最小の A タイプの平均値は  $363 \pm 66.1$  本/ha であった。胸高断面積の平均値は, D タイプで最も大きく, C, B, E, A の順に小さかった。最大の D タイプの平均値は  $13,185 \pm 9,221.0$  m<sup>2</sup>/ha, 最小の A タイプの平均値は  $4,271 \pm 892.1$  m<sup>2</sup>/ha であった。アカマツの 2011 年における立木密度の平均値は, C タイプで最も大きく, B, E, D, A タイプの順に小さかった。最大の C タイプの平均値は  $600 \pm 424.3$  本/ha, 最小の A タイプの平均値は  $344 \pm 150.5$  本/ha であり, いずれの林齢タイプも 1,000 本/ha を下回った。胸高断面積の平均値は, A タイプで最も大きく, B, C, D, E の順に小さくなり, 2003 年と傾向が異なった。最大の A タイプの平均値は  $5,306 \pm 825.9$  m<sup>2</sup>/ha, 最小の E タイプの平均値は  $3,724 \pm 51.6$  m<sup>2</sup>/ha であった。

アカマツ以外の樹木の 2003 年における立木密度の平均値は, A タイプで  $2,138 \pm 733.3$

本/ha, B タイプで  $1,850 \pm 439.1$  本/ha であった。胸高断面積の平均値は, A タイプで  $1,679 \pm 528.2 \text{m}^2/\text{ha}$ , B タイプで  $433 \pm 149.1 \text{m}^2/\text{ha}$  であった。なお C, D, E タイプは, アカマツ以外の樹木が若齢であったため調査を行っていない。アカマツ以外の樹木の 2011 年における立木密度の平均値は, D タイプで最も大きく, C, B, E, A タイプの順に小さかった。A タイプは  $1,381 \pm 232.2$  本/ha, B タイプは  $1,975 \pm 437.3$  本/ha であった。胸高断面積の平均値は, C タイプで最も大きく, D, A, B, E タイプの順に小さかった。最も胸高断面積が大きかった C タイプの平均値は  $1,798 \pm 981.2 \text{m}^2/\text{ha}$ , 最も小さかった E タイプの平均値は  $710 \pm 61.9 \text{m}^2/\text{ha}$  であった。

## ②解析結果

### ②-1 信頼区間 (95.0%)

立木密度の信頼区間 (95.0%) を推定した結果, 2003 年営巣林の A タイプは 257-468 本/ha, 非営巣林 B,C,D,E タイプの合計値は 706-1974 本/ha となり, 営巣林の方が非営巣林よりも立木密度の信頼区間が小さかった。2011 年営巣林の B タイプは 356-694 本/ha, 非営巣林 A,C,D,E タイプの合計値は 289-586 本/ha となり, 営巣林と非営巣林の信頼区間が一部重なる結果となった。また, 各年の営巣林 (2003 年 A タイプ, 2011 年 B タイプ) と非営巣林 (2003 年 B, C, D, E タイプ, 2011 年 A, C, D, E タイプ) の合計値を用いて立木密度の信頼区間 (95.0%) を推定した結果, 営巣林は 349-556 本/ha, 非営巣林は 524-1253 本/ha となり, 営巣林の方が非営巣林よりも信頼区間が小さかった。

### ②-2 KRUSKAL WALLIS 検定

KRUSKAL WALLIS 検定では, アカマツ, アカマツ以外の立木密度について, 林齢タイプ間に有意な差があるか検定を行った。

アカマツは, 2003 年営巣林 (A タイプ) と非営巣林 (B,C,D,E タイプ) の組み合わせについては有意な差がみられたが, 2011 年営巣林 (B タイプ) と非営巣林 (A,C,D,E タイプ) については有意な差はみられなかった ( $r < 0.05$ )。

アカマツ以外の樹木については, 2003 年営巣林 (A タイプ) と非営巣林 (B,C,D,E タイプ), 2011 年営巣林 (B タイプ) と非営巣林 (A,C,D,E タイプ) いずれの組み合わせについても有意な差はみられなかった ( $r > 0.05$ )。

## ②-3 胸高断面積と立木密度の関係

図 2-10 に 2003 年及び 2011 年のアカマツの胸高断面積と立木密度の平均値の散布図を示す。事例研究地のアカマツは、①胸高直径が小さく立木密度が低いグループ、②胸高直径が小さく立木密度が高いグループ、③胸高直径が大きく立木密度が低いグループの 3 つに分かれる。③には A, B タイプが含まれ、大径木がまばらに生えていると言える。

## (3)-2 横断面

図 2-11 に横断面図を示す。2003 年 A, B タイプ、2011 年 A, B, E タイプは高木層の林冠下部と亜高木層の林冠上部の間に空間が広がっていることが確認できた。2011 年 C タイプは空間がほとんど無く、2011 年 D タイプは空間が全く無かった。

## 2-3. 鳥類

### (1) 調査結果

#### (1)-1 確認種数

表 2-6 に出現鳥類リストを示す。2003～2004 年の調査で確認された鳥類の種数は 61 種であった。このうち、環境省レッドデータブック記載種は 2 種、レッドデータブックとっとり記載種は 14 種であった。2011～2012 年の調査で確認された鳥類の種数は 45 種であった。このうち、環境省レッドデータブック記載種は 3 種、レッドデータブックとっとり記載種は 8 種であった。2003～2004 年には確認されたが、2011～2012 年には確認されなかった種はアオジ、アマツバメ、オオアカゲラ、コルリ、ツミなど 22 種であった。2011～2012 年に新たに確認された種はアカハラ、コシアカツバメ、ハイタカなど 6 種であり、特定外来生物指定種であるソウシチョウが確認された。

#### (1)-2 出現個体数

表 2-7 及び図 2-12 に調査地点ごとの出現個体数および多様度指数  $H'$  一覧を示す。全地点を総合した出現個体数の平均値は、好適餌種、その他ともに増加していた。調査地点ごとにみると、好適餌種は B タイプ以外の全ての地点で増加し、林縁は同数であった。その他の種の合計値は、伐採跡地、谷筋以外の全ての地点で増加していた。2011～2012 年の調査結果より各林齢タイプの個体数を比較すると、好適餌種は C タイプが最も多く、A, E, B, D タイプの順に多かった。



また、好適餌種の内訳をみると、両調査期間とも上位 3 種はヒヨドリ、キジバト、イカルであり、好適餌種合計数に占めるヒヨドリの割合の平均は約 60%と 1 位であり、上位 3 種の割合の平均は約 80%であった。

#### (1)-3 季節変化

図 2-13 に 2003～2004 年、図 2-14 に 2011～2012 年の好適餌種における出現個体数の季節変化を示す。好適餌種の個体数が最も多かったのは、2003～2004 年では 6 月であり、次いで 1 月が多かった。2011～2012 年は 4 月が最も多く、次いで 5 月が多かった。両調査期間とも、通年の好適餌種の合計値が最も多かったのは林縁であった。全地点のなかで林縁が最多であった月は、2003～2004 年は 5 月～6 月、10 月及び 12 月、2011～2012 年は、4 月及び 6 月であった。

#### (1)-4 Shannon-Wiener の多様度指数 $H'$

2003～2004 年における森林内の  $H'$  は、通年では A タイプ 3.880、B タイプ 3.748、繁殖期は A タイプ 3.737、B タイプ 3.297 となり、A タイプの方が高かった。森林外のプロットでは、通年は防風林が最も高く 4.250 となり、次いで林縁、畑、谷筋、伐採跡地の順となった。繁殖期は、防風林が最も高く 3.728 となり、次いで谷筋、林縁、畑、伐採跡地の順となった。通年の平均値は、全プロット 3.638、森林 (A,B タイプ) 3.814、森林以外 3.568 であった。繁殖期の平均値は、全プロット 3.302、森林 (A,B タイプ) 3.517、森林以外 3.216 であった (表 2-7)。

2011～2012 年における森林内の  $H'$  は、通年では D タイプが最も高く 4.187 であり、次いで C、B、E、A タイプの順となった。一方、繁殖期では、C タイプが最も高く 3.774 であり、次いで A、D、B、E タイプの順となった。森林外のプロットでは、通年は防風林が最も高く 3.846 であり、次いで谷筋、林縁、伐採跡地、畑の順となった。繁殖期も防風林が最も高く 3.495 であったが、次いで伐採跡地、谷筋、林縁、畑の順となり、通年と傾向が異なった。 $H'$  の平均値は、2003～2004 年と同じプロット (C,D,E タイプを除く) では、通年は全体 3.544、森林 (A,B タイプ) 3.532、森林以外 3.550 となり、2003～2004 年よりも小さかった。繁殖期は全体 3.437、森林 (A,B タイプ) 3.609 であり、2003～2004 年よりも大きかった。2011～2012 年に調査した全地点の平均値は、通年は全体 3.623、森林 (全林齢タイプ) 3.696、繁殖期は全体 3.484、森林のみ 3.600、森林以外 3.368 となった (表 2-7)。

## (2) 解析結果

### (2)-1 出現個体数 (クロス検定)

2003～2004 年, 2011～2012 年の好適餌種とその他で出現個体数に有意な差があるかタイプ別 ( $\chi^2=0.003$ ,  $r>0.05$ ) 及び調査回別 ( $\chi^2=1.380$ ,  $r>0.05$ ) にクロス検定を行ったが, 有意な差はみられなかった.

各年の調査地点ごとに, 好適餌種とその他で出現個体数に有意な差があるかクロス検定を行ったところ, 2003～2004 年 ( $\chi^2=63.328$ ,  $r<0.05$ ), 2011～2012 年 ( $\chi^2=28.263$ ,  $r<0.05$ ) とともに有意な差がみられた. 2003～2004 年は, 好適餌種の割合が 30%以上と多かったのが A タイプ, B タイプ及び林縁であり, その他のタイプは好適餌種の割合が 29%以下と少なかった. 特に畑, 谷筋はその他の割合が 85～86%と高く, 好適餌種の割合は少なかった. 畑はカワラヒワやヒバリなど, 谷筋はアトリやマヒワなどの小型鳥類の出現個体数が多かったことが理由だと考えられる. 2011～2012 年は, 好適餌種の出現割合が 30%以上と多かったのが A タイプ, 伐採跡地, 谷筋であり, ヒヨドリの出現個体数が多かった. その他のタイプは好適餌種の割合が 22～29%と同程度に少なかった (表 2-7, 図 2-12).

### (2)-2 季節変化

調査回ごとの好適餌種とその他の出現個体数に有意な差があるかクロス検定を行ったところ, 2003～2004 年は有意な差がみられなかった ( $\chi^2=8.246$ ,  $r>0.05$ ) が, 2011～2012 年は有意な差がみられた ( $\chi^2=18.827$ ,  $r<0.05$ ). 2011～2012 年は, 4 月, 5 月, 8 月, 9 月の調査で好適餌種の割合が 30%以上と高く, 最も割合が高かったのは 4 月 (繁殖期, 46%) であった.

### (2)-3 Shannon-Wiener の多様度指数 $H'$

2003～2004 年と 2011～2012 年の通年の  $H'$  について母平均の差の検定 (t 検定) を行なった結果, 有意な差はみられなかった ( $P=0.554$ ,  $r<0.05$ ). また, 繁殖期についても, 有意な差はみられなかった ( $P=0.787$ ,  $r<0.05$ ).

#### (2)-4 林分階層多様度 FLD と鳥類の Shannon-Wiener の多様度指数 H' の関係

2003～2004 年と 2011～2012 年の FLD と鳥類の H' を用い GLM で関係を見たところ、通年、繁殖期のいずれにおいても、 $R^2=0.2$  以下であり、相関はほとんどみられなかった。

#### 2-4. 営巣木

2010 年及び 2011 年に営巣が確認された営巣木はアカマツで、樹高 16.2m、胸高直径 43.5cm、架巢高 13.2m であった。架巢型は樹幹型であった。

表 2-8 に事例研究地とオオタカの営巣に関する先行研究について、営巣木、営巣林の特徴（胸高直径、樹高等）を比較した結果を示す。これをみると、2011 年の営巣木の胸高直径は、先行研究の営巣木と同様に大きく、営巣林のアカマツの胸高直径平均値も大きかった。また、営巣林のアカマツの立木密度平均値は、先行研究と同様に小さかった。

#### 2-5. 植生・土地被覆図

図 2-15 にオオタカの推定行動圏における植生・土地被覆図、表 2-10 にオオタカの推定行動圏における植生・土地被覆図の面積割合を示す。森林の面積（括弧内は全体に対する割合）は、アカマツ林 679.74ha (24.04%)、スギ・ヒノキ植林 159.84ha (5.65%)、広葉樹林 852.01ha (30.13%) であり、合計で 1691.59ha (59.82%) であった。森林は一箇所に固まることなく、全域に分布していた。草地は 507.38ha (17.94%)、耕作地（畑、水田）は 332.83ha (11.77%) であり、合計すると全体のおよそ 3 割を占めることがわかった。低木林は 59.45ha (2.10%)、防風林は 6.83ha (0.24%)、竹林は 46.88ha (1.66%) と少ない面積ではあったが、全域に飛び石状に散らばって分布していた。開放水面は 25.82ha (0.91%) であり、南から北西に向かって流れる河川のほか、いくつかの池が北西及び南西に分布していた。裸地は 5.58ha (0.20%) であり、南東のアカマツ林・広葉樹林内に分布していた。道路・駐車場及び市街地などの人工的な施設については、道路・駐車場が 74.8ha (2.65%) と森林などよりも少なく全域に粗い網目状に分布しており、市街地は 76.72ha (2.71%) と少なかった。

### 3. 考察

#### 3-1. 植生

##### (1) 営巣林及び営巣木

オオタカは、大径高木に営巣する傾向があり（堀江ら 2006；内田ら 2007；尾崎・遠藤 2008；財団法人道路環境研究所 2008；平井ら 2008），樹高よりも胸高直径が重視される傾向がある（鈴木 1999；農林水産技術会議事務局 2003；堀江ら 2006）．事例研究地におけるアカマツの胸高直径及び樹高の KRUSKAL WALLIS 検定により，2003 年は営巣林（A タイプ）に対してほとんどの林齢タイプで有意な差がみられた．そのため，事例研究地でも大径高木の多い林分が営巣林として選択されたと考えられる．加えて，事例研究地の営巣木と先行研究を比較すると胸高直径が太い（表 2-8）ことや，事例研究地のアカマツの樹高と胸高直径は弱い正の相関（図 2-9）しかなく，胸高直径が大きければ樹高も比例して高くなる傾向は小さいことから，事例研究地の営巣木は胸高直径が重視され，営巣林内で相対的にみて大径木が選択されたと考えられる．

これに対し，2011 年の胸高直径及び樹高について，KRUSKAL WALLIS 検定により営巣林（B タイプ）に対して有意な差がみられたのは A タイプのみであり，その他の非営巣林（C,D,E タイプ）に有意な差はみられなかった．アカマツの胸高直径及び樹高の信頼区間（95.0%）の推定結果をみると，B タイプは 2011 年には 2003 年時点で営巣林であった A タイプと同程度に大きくなっていった．そこで，A,B タイプにおけるアカマツの胸高直径－樹高相関図（図 2-16）において，現在の営巣木よりも大径高木であれば潜在的に営巣木として選択される可能性が高いとみなし，胸高直径・樹高が営巣木よりも大きなアカマツの 1ha あたりの本数を算出した．B タイプは，施業後に営巣木よりも大きな大径高木が 2003 年は 20 本/ha であったが，2011 年は 60 本/ha と 3 倍に増加していた．以上から，2011 年までに全ての林齢タイプのアカマツが伸長・肥大成長し，営巣林として選択される可能性のある大径高木林に成長してきたと考えられる．これは，2006～2010 年に実施された間伐による立木密度低下の効果と考えられる．

##### (2) 林内の飛翔空間の広がり

水平方向の空間の広がり，立木密度を用いて把握した．2003 年時点で営巣林に選択されていたのは，アカマツの立木密度が最も低い A タイプ（363 本/ha）であり，KRUSKAL WALLIS 検定により，2003 年営巣林と非営巣林の間には有意な差がみられ

た. このことから, 事例研究地においても, 先行研究 (鈴木 1999 ; 平井ら 2008 ; 関東森林管理局 2008 ; 財団法人道路環境研究所 2008) と同様に, 立木密度が低い林分が営巣林として選択されたと考えられる. 加えて, 事例研究地の営巣林の立木密度は, 先行研究と比べて低かった (表 2-8) ことから, 相対的にみて立木密度が低い林分を選択したと考えられる. 間伐の結果, 2011 年には, 全林齢タイプでアカマツの立木密度が低下した (表 2-4, 図 2-8). KRUSKAL WALLIS 検定により, 2011 年の営巣林と非営巣林の間には有意な差がみられなかったこと, 信頼区間 (95.0%) の推定結果から 2011 年の営巣林と非営巣林の推定区間は重複がみられたことから, 2011 年までには全林齢タイプが潜在的に営巣林として選択される立木密度に低下したと考えられる. また, 2003 年及び 2011 年のアカマツの胸高断面積と立木密度の平均値の散布図 (図 2-10) より, 胸高直径が大きなアカマツがまばらに立ち並んでおり, 水平方向の飛翔空間が広がっていることが示唆された.

垂直方向の空間の広がり, 植生調査で作成した横断面図を用いて把握した. Boal (2005) は, 営巣林は林冠下部と低木層の間に開放空間がある林が選択されていると述べ, 他の先行研究 (前橋営林局 1998 ; 植田ら 2006 ; 堀江ら 2006 ; 関東森林管理局 2008) も, 亜高木層が無いか疎で低木層あるいは草本層と樹冠との間に空間があることが重要だと述べている. 事例研究地では, 営巣林として選択された 2003 年 A タイプと 2011 年 B タイプは, いずれも高木層の林冠下部と亜高木層の林冠上部の間に空間が広がっていることが確認できた. また, 2011 年は A,B,E タイプで垂直方向の飛翔空間が広がっていた (図 2-11).

### (3) 植生に関する小括

2006~2010 年に行われた施業 (間伐, 除伐, マツ枯れ対策) の結果, 立木密度の低下により, 全林齢タイプでアカマツが成長し, 営巣可能な大径高木が増加していた. また, 立木密度が低い上, 垂直方向の空間が広いなど, 林内の飛翔空間が確保されていた. そのため, オオタカの営巣環境の改善という観点から施業は適切であったと考えられる.

### 3-2. 鳥類

#### (1) オオタカの採餌環境

オオタカを保全するためには、その餌動物を明らかにし、オオタカが利用可能な食物の量を維持する必要がある (Reynolds et al. 1992). 事例研究地における好適餌種の出現個体数の合計値上位 3 種はヒヨドリ、キジバト、イカルであり、ヒヨドリが最も多かった (図 2-13, 14) ため、これらがオオタカの主要な餌と考えられる. 先行研究でもヒヨドリ、キジバトが主要な餌となっている可能性が示唆されている (関東森林管理局 2008). 森林地帯のオオタカは林内でも採餌する (Widen 1989) ため、事例研究地の林内における好適餌種の出現個体数に着目した. 2010 及び 2011 年に営巣林であった B タイプは、2003~2004 年に比較して、2011~2012 年の好適餌種の出現個体数が減少していた (表 2-7, 図 2-12). この原因として、低木層及び草本層の植被率の変化が考えられる. 先行研究により森林内部の植生が鳥類の生息状況に関係することが明らかとなっている (由井 1988). 他地域のオオタカ生息地では、ヒヨドリ・イカル・カケスは低木層の中~密な林に多く、キジバト・アオバトは、低木層の中~密、草本層は無い疎な林の方が多くなることが明らかとなっている (関東森林管理局 2008). B タイプでは 2011~2012 年の方が低木層の植被率は低くなっており、草本層の植被率は高くなっていた (表 2-5). 低木層の植被率が低下した原因は、除伐や踏み入りの影響、草本層の植被率が増加した原因は、間伐及び除伐により立木密度が低下したことで林内の光環境が改善され、草本層の生育が旺盛になったことが考えられる. このことから、施業が必ずしも好適餌種にとって好適な生息環境の形成に寄与したとは言えない.

しかしながら、全調査地点の出現個体数の平均値は 2011~2012 年の方が多く、クロス検定の結果、2003~2004 年と 2011~2012 年の好適餌種とその他の出現個体数については、有意な差がみられなかった. その理由として、全ての林齢タイプにおいて、好適餌種の餌となるサクラ類やミズキ等の樹木が亜高木層及び低木層の優占種として生育していたことから、鳥類の生息を助けている可能性が考えられる. また、営巣林の周辺には、ヒヨドリが良く利用する林縁 (由井 1988 ; 黒沢ら 1999) や、耕作地、草地等の多様な環境が存在するため、全体として出現個体数にほとんど変化が無かったと考えられる. また、好適餌種の季節変化をみると、2003~2004 年、2011~2012 年とも好適餌種の出現個体数が最も多かったのは春季~初夏であり (図 2-13, 14), 2011~2012 年はクロス検定により有意差がみられた. この時期はオオタカの抱卵期~育雛期にあたる (環境省自然環境

局野生生物課 2012). 餌重量は雛の日齢とともに増加する (Rogers et al. 2006) ため、この時期に出現個体数が多い、すなわち餌種バイオマス量が多いことは、オオタカの健全な育雛にとって良い環境であると考えられる。

次に、オオタカ推定行動圏における植生・土地被覆と採餌可能域の広がりについて、考察する。前橋営林局 (1998) は、アメリカの「オオタカの保護管理のための森林管理推奨方策」において提案されている採食行動域の構造 (Reynolds et al. 1992) を参考にし、適切な採餌環境の構造を推測している (表 2-11)。これを参考にして、事例研究地のオオタカの推定行動圏内における植生・土地被覆の面積をみると、森林 (アカマツ林, スギ・ヒノキ植林, 広葉樹林) 1691.59ha (59.82%), その他 (低木林, 草地, 耕作地, 開放水面, 市街地 他) 1136.29ha (40.18%) であり、表 2-10 の壮齢林 (50~60%), その他: 伐開跡地, 新植地, 若齢林など (40~50%) の面積割合を満たしていた。そのため、事例研究地のオオタカの推定行動圏内には適切な採餌可能域が広がっていると考えられる。

また、植生・土地被覆の分布状況は、アカマツ林, スギ・ヒノキ植林, 広葉樹林などの森林, 重要な採餌環境である草地, 耕作地 (畑, 水田) は推定行動圏内全域に分布していた。低木林, 防風林, 竹林, 開放水面, 裸地は少ない面積だが全域に飛び石状に散らばって分布していた。オオタカの推定行動圏内に多様な環境が分散して分布していることは、採餌環境として望ましい環境である (前橋営林局 1998; 環境省自然環境局野生生物課 2012)。

## (2) 鳥類の種多様性と植生の関係

2011~2012 年の鳥類の確認種数は、2003~2004 年よりも少なかった (表 2-6)。しかし、2011~2012 年の  $H'$  は 2003~2004 年と比べ、繁殖期は高かった (表 2-7)。母平均の差の検定より、施業前後の  $H'$  に有意な差はみられなかった。そのため、事例研究地における鳥類群集の多様性は、施業前後において大きく変化しなかったと考えられる。

森林内について、事例研究地における繁殖期の鳥類の  $H'$  平均値 (森林内: 2003~2004 年 3.517, 2011~2012 年 3.600) を、全国 190 箇所余の  $H'$  (由井 1988) と比較すると、暖帯・暖温帯壮齢単純人工林 2.893, 暖帯・暖温帯壮齢人工林 (広葉樹混交) 3.106, 冷温帯壮齢単純人工林 3.138, 冷温帯壮齢人工林 (広葉樹混交) 3.729 など他の人工林と比べても高いか同等の多様度の高さを示すことがわかった。広葉樹林と比較すると、ブナ林 3.247, ミズナラ林 3.666, クヌギ・コナラ林 3.125 (由井 1988), 森吉山ブ

ナ林の平均は 3.44 (鈴木 2000) であり、広葉樹林と比べても高いか同等の多様度を示していた。鳥類群集は、成熟した背の高い天然林や広葉樹を交えた壮齢人工林で時に天然林より豊かになる (由井 1988, 樋口 1996) ことや、森林の各階層がよく発達している森林で多様になること (MacArthur & MacArthur 1961) が指摘されている。事例研究地のアカマツ林は人工壮齢林であり、各階層に広葉樹が茂っているため、鳥類群集の多様性が豊かな林となったと考えられる。また、事例研究地における植生と鳥類の種多様性の関係については、GLM により、FLD と鳥類の  $H'$  に有意な相関はみられなかった。これは、施業により各林齢タイプの植生に大きな差が生じず、均質な林内環境が維持されたため、鳥類群集の多様性にほとんど変化がみられなかったと考えられる。

森林外についても森林内の  $H'$  と同等に多様性が高かった。里地里山は多様な動植物の生息地となっている (村上 2018) ことから、事例研究地及びその周辺に里地里山として多様な環境が広がっていることが、多様性が高い一因であると考えられる。

### (3) 鳥類に関する小括

全調査地点の鳥類の出現個体数及び  $H'$  より、施業による鳥類群集への大きな影響は生じていないと考えられる。また、 $H'$  は、繁殖期に高くなっており、先行研究の人工林及び広葉樹林に比べても同等か高かった。しかし、好適餌種の出現個体数が B タイプで減少していたことから、鳥類群集の今後の動向に留意することが望ましい。

### 3-3. オオタカの生息地と用材林という 2 側面からみたマツ林に対する森林管理の意義

種としてのオオタカは、主に北半球の環北極地域に広く分布している。日本国内の分布については、上野 (2015) が全国スケール (東北以南) でのオオタカの営巣適地の予測結果を算出している。これをみると、本州、四国及び九州に広く営巣適地が広がっており、特に関東地方で生息ポテンシャルが高い。当事例研究地の立地する鳥取県についても、生息ポテンシャルは 0.5~0.8 と全国的にみて高い値が算出されている。

営巣木の樹種としては海外、国内にかかわらず針葉樹をはじめとした様々な樹種を利用している (尾崎・遠藤 2008)。日本国内をみると、営巣木の樹種は、アカマツ、スギ、モミ、カラマツの順に多い (尾崎・遠藤 2008)。日本におけるマツ林の大半はアカマツ二次林であり、冷温帯の青森県から暖温帯の鹿児島県まで広く分布している (福嶋・岩瀬 2005)。江戸期にかつて草山が広がっていた里山には、近代にはその多くはコナラやアカ



マツが優占する二次林に移行した（田村 1994；小椋 1996）．これに加え，アカマツ人工林は戦後の昭和 30 年頃から全国に造林された（大住 私信）．里山に広がるアカマツ林の分布と同様にオオタカの分布も全国的に里山に多く，これらの主な分布域は重なっていると考えられる．つまり，多くのオオタカは，日本全国の里地里山に広がる二次林としてのアカマツ林や戦後造成されたアカマツ人工林に分布していると考えられる．

アカマツは伝統的な和風建築の構造材，特に梁材として用いられるが，事例研究地を含む大山山麓は大山マツの産地として有名な地域であり，高級建築用材として高い評価を受けて需要が高かった（鳥取県 1962；大山町誌編集委員会 2010）．そのため，1924（大正 13）年頃からアカマツ人工林が造成・管理され，大径高木が育成されてきた（大山町誌編集委員会 2010）．そのような経緯が，オオタカに営巣林として選択される林内空間のある大径高木のマツ林を作り出したといえる．そして，事例研究地における間伐の結果，用材林の育成という側面から考えても 450～500m<sup>3</sup>/ha 前後の収量が得られる大径高木を育成できる立木密度となっており，人工林の密度管理の観点からも適切であると考えられる．つまり，用材林として大径高木を育成するための管理が，オオタカの生息地保全にも寄与しており，オオタカの生息地と用材林という 2 側面をもった森林が成立したと考えられる．

しかし，1955（昭和 30）年頃から造成されたアカマツ人工林は，板材や梁材としてのアカマツ材の需要減少に伴い，供給量が減少し，現在では管理が実施されていない地域がほとんどである（大住 私信）．また，オオタカの生息環境をより適切に管理するために，営巣林の施業を実施した例はほとんどない．二次林としての性質をもつアカマツ林は，そのまま放置していると，いずれはコナラ等を主体としたナラ林，またはカン類の優占する森林へと遷移が進む（中山ほか 2005）．また，二次林・人工林いずれのアカマツ林も性質は同様であり，オオタカの生息地保全の観点からみても，間伐，除伐などの森林管理を行うことは重要だと考えられる．

#### 3-4. 今後の森林管理への提案

以上の考察をもとに，今後の短期的な森林管理計画を提案する．B タイプは営巣可能な林分として現状を維持し，そのほかの林齢タイプ，特に垂直空間がほとんどない又は全くない C,D タイプは除伐を行うことで，林内の飛翔空間を改善することが望ましい．

加えて，松くい虫被害木が継続して確認されているため，引き続き松枯れ対策が必要で

ある。オオタカへの影響や生態系保全を考慮すれば、薬剤散布等の方法は用いず、枯死木の除伐及び燻蒸処理が望ましい。また、今後さらに被害が増大した場合は、スギ（*Cryptomeria japonica*）、モミ（*Abies firma*）等の代替樹種もあわせて植林することも検討の余地がある。

鳥類群集の多様性を維持するためには、林内の各階層に広葉樹が混交する壮齢人工林を維持することが重要だと考えられる。また、好適餌種の生息環境を考えると、低木層や草本層の植被率の改善や、餌となる花や実をつける樹木を残すなどの配慮が望ましい。亜高木層はオオタカの飛翔空間であるため、あまりに茂りすぎるとオオタカの飛翔を妨げる恐れがある。そのため、除伐は行いながら、鳥類群集の動向についてモニタリング調査も進めることが望ましい。

#### 4. 結論

オオタカは、主として里地里山を象徴する生態系上位種である。里地里山は農地と森林がモザイク状に分布した景観を成しており、このモザイク景観がオオタカの採餌環境として利用されていた。また、里地里山の森林であるアカマツ林は、営巣環境として利用されていた。オオタカの営巣環境として重要な要素である①営巣木として利用できる大径高木の育成、②林内の飛翔空間の確保の2点は、用材林としてのアカマツ林の管理としても適切であり、オオタカの生息地保全と用材林育成は両立を図ることが出来ると明らかになった。

## 第2章の引用文献

- 安藤貴. 1982. 実践林業大学 XXV 林分の密度管理. 126pp. 農林出版株式会社. 東京.
- Beier,P. and Drennan,J.E. 1997. Forest structure and prey abundance in foraging areas of Northern Goshawks. *Ecological Applications* 7:564-571.
- Boal,C.W., Andersen,D.E. and Kennedy,P.L. 2005. Foraging and nesting habitat of breeding male Northern Goshawks in the Laurentian mixed forest province, Minnesota. *Journal of Wildlife Management* 69:1516-1527.
- Boal,C.W., Andersen,D.E., Kennedy,P.L. and Roberson,A.M. 2006. Northern Goshawk ecology in the western Great Lakes region. *Studies in Avian Biology* 31:126-134.
- Bosakowski,T., McCullough,B., Lapsansky,F.J. and Vaughn,M.E. 1999. Northern Goshawks nesting on a private industrial forest in western Washington. *Journal of Raptor Research* 33:240-244.
- Braun-Blanquet,J. 1964. *Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde.* 865pp. 3. Aufl. Wien, New York. 鈴木時夫訳. 1971. 植物社会学 I, II, 朝倉書店. 東京.
- Burt,W.H. 1943. Territoriality and home range concepts as applied to mammals. *Journal of Mammalogy* 24:346-352.
- 大山町誌編さん委員会. 1980. 大山町誌. 1284pp. 大山町長 入江正雄. 鳥取.
- 大山町誌編集委員会. 2010. 続大山町誌. 900pp. 大山町. 鳥取.
- Daw,S.K., DeStefano,S. and Steidl,R.J. 1998. Does survey method bias the description of Northern Goshawk nest-site structure? *Journal of Wildlife Management* 62:1379-1384.
- DeStefano,S. 1998. Determining the status of the Northern Goshawks in the West: is our conceptual model correct? *Journal of Raptor Research* 32:342-348.
- 財団法人 道路環境研究所. 2008. オオタカの人工代替巣設置に関する手引き (案). 39pp. 財団法人 道路環境研究所. 東京.
- 遠藤孝一・小金沢正昭. 1989. 林業から見たオオタカ営巣地の保護管理. *日本鳥学会誌* 37. 185.
- Finn,S.P., Varland,D.E. and Marzluff,J.M. 2002. Does Northern Goshawk breeding occupancy vary with nest-stand characteristics on the Olympic Peninsula, Washington? *Journal of Raptor Research* 36:265-279.

- 福嶋司・岩瀬徹. 2005. 図説 日本の植生. 153pp. 朝倉書店. 東京.
- 藤澤浩子. 2010. 自然環境保全分野における市民活動とその長期継続要因. *The Nonprofit Review* 10(1) : 37-48.
- 樋口広芳. 森林と鳥の多様性. 1996. *森林科学* 16(0) : 34-38.
- 平井克亥・瀧本育克・柳川久. 2008. 北海道十勝地方におけるオオタカとハイタカの営巣環境とその保全. 第7回「野生生物と交通」研究発表会 講演論文集. 51-56.
- 堀江玲子・遠藤孝一・野中 純・船津丸弘樹・小金澤正昭. 2006. 栃木県那須野ヶ原におけるオオタカの営巣環境選択. *日本鳥学会誌* 55(2):41-47.
- 堀江玲子・遠藤孝一・山浦悠一・尾崎研一. 2008. 栃木県におけるオオタカ雄成鳥の行動圏内の環境選択. *日本鳥学会誌* 57(2) : 108-121.
- 環境庁自然保護局野生生物課. 1996. 猛禽類保護の進め方:特にイヌワシ, クマタカ, オオタカについて. 87pp. 公益財団法人 日本鳥類保護連盟. 東京.
- 環境省. 2020. オオタカの国内希少野生動植物種解除と解除後の対応についての検討 <http://www.env.go.jp/nature/kisho/domestic/otaka.html> 2020年3月6日参照
- 環境省自然環境局野生生物課. 2012. 猛禽類保護の進め方(改訂版):特にイヌワシ, クマタカ, オオタカについて. 88pp. 環境省自然環境局野生生物課. 東京.
- 環境省自然環境局野生生物課. 2019. 報道発表資料:環境省レッドリスト 2019 の公表について <https://www.env.go.jp/press/106383.html> 2020年3月6日参照
- 関東森林管理局. 2008. オオタカの営巣地における森林施業2:生息環境の改善を目指して. 169pp. 一般社団法人 日本森林技術協会. 東京.
- 吉良竜夫. 1949. 日本の森林帯:林業解説シリーズ 17. 42pp. 日本林業技術協会. 東京.
- 小俣信一郎. 1999. 37 の事例から見たオオタカの営巣環境. *PREC STUDY REPORT* Vol. 05:40-41.
- 近藤芳五郎. 1995. 山陰のマツ:戦後 50 年をふりかえって. 181pp. 近藤芳五郎. 鳥取.
- 黒沢令子・Robert A. Askins. 1999. 林縁と林内の鳥類群集の違い:日本に林内種はいるか?. *山科鳥類研究所研究報告* 31(2) : 63-79.
- MacArthur,R.H. and MacArthur,J.W. 1961. On Bird Species Diversity. *Ecology* 42:594-598.
- 前橋営林局. 1998. オオタカの営巣地における森林施業:生息環境の管理と間伐等における対応. 142pp. 一般社団法人 日本林業技術協会. 東京.
- 松江正彦・百瀬 浩・植田睦之・藤原宣夫. 2006. オオタカ (*Accipiter gentilis*) の営

- 巢密度に影響する環境要因. 平成 18 年度日本造園学会全国大会研究発表論文集 24. ランドスケープ研究 69(5) : 513-518.
- 宮脇昭・奥田重俊・藤原一絵・鈴木邦雄. 1979. 中国地方の潜在自然植生図. 3pp. 環境科学特別研究総合班. 東京.
- 村井英紀・樋口広芳. 1988. 森林性鳥類の多様性に影響する諸要因. *Strix* 7 : 83-100.
- 村上拓彦. 2018. 農地を囲む土地利用の空間分布パターンと里地里山の生物多様性保全. *日本リモートセンシング学会誌* 38(3) : 266-268.
- 農林水産技術会議事務局. 2003. アンブレラ種であるオオタカを指標とした生物多様性モニタリング手法の開発に関する研究. *環境保全研究成果集* 415. 29. 1-29. 17.
- 小椋純一. 1996. 植生からよむ日本人のくらし—明治期を中心に. pp.246. 雄山閣出版. 東京.
- 尾崎研一・遠藤孝一. 2008. オオタカの生態と保全. 147pp. 一般社団法人 日本森林技術協会. 東京.
- Pielou, E.C. 1969. *An Introduction to Mathematical Ecology*. Wiley-Interscience.
- Recher, H.F. 1969. Bird species diversity and habitat diversity in Australia and North America. *American Naturalist* 103:75-80.
- Reynolds, R.T., Graham, R.T., Reiser, M.H., Bassett, R.T., Kennedy, P.L., Boyce, D.A., Goodwin, G., Smith, R. and Fisher, E.L. 1992. *Management Recommendations for the Northern Goshawk in the Southwestern United States*. RSDA Forest Service. General Technical Report RM. 217.
- 林野庁. 2010. 平成 22 年版森林・林業白書. 55pp. (財)農林統計協会. 東京.
- 林野庁. 2017. 平成 29 年版 森林・林業白書. 314pp. 全国林業改良普及協会. 日本.
- Rogers, A.S., DeStefano, S. and Ingraldi, M.F. 2006. Diet, prey delivery rates and prey biomass of Northern Goshawks in east-central Arizona. *Studies in Avian Biology* 31:260-273.
- 佐藤義明. 1971. 優しい測樹の実務. 214pp. 農業図書. 東京.
- 四手井鋼英・佐野宗一. 1973. 松と人生. 297pp. 明玄書房. 東京.
- Squires, J.R. and Kennedy, P.L. 2006. Northern Goshawk ecology: an assessment of current knowledge and information needs for conservation and management. *Studies in Avian Biology* 31:8-62.
- 鈴木祥悟. 2000. 森吉山ブナ林の繁殖鳥類群集. *東北森林科学会誌* 5(1) : 27-30.

- 鈴木貴志. 1999. 北海道十勝平野におけるオオタカ *Accipiter gentilis* の営巣環境. 日本鳥学会誌 48(2) : 135-144.
- 田村説三. 1994. まぐさ場（秣場）の植生とまぐさ場期限の二次林. 埼玉県自然史博物館研究報告 12 : 73-82.
- 鳥取県. 1962. 鳥取県の林業 1962年版. 19pp. 鳥取県. 鳥取
- 鳥取県. 2004. 「鳥取県立大山オオタカの森の保全に関する条例」 [http://www1.g-reiki-net/tottori/reiki\\_honbun/k500RG00001251.html](http://www1.g-reiki-net/tottori/reiki_honbun/k500RG00001251.html) (最終確認 2020年3月6日)
- 鳥取県農林部農業指導課. 1974. 大山山ろく開発地域土地分類基本調査:赤崎・大山. 50pp. 鳥取県農林部農業指導課. 鳥取.
- 鳥取県生活環境部公園自然課. 2012. レッドデータブックとっとり改訂版:鳥取県の絶滅のおそれのある野生動植物. 337pp. 鳥取県生活環境部公園自然課 (鳥取県生物学会編). 鳥取.
- 内田博・高柳茂・鈴木伸・渡辺孝雄・石松康幸・田中功・青山信・中村博文・納見正明・中嶋英明・桜井正純. 2007. 埼玉県中央部の丘陵地帯でのオオタカ *Accipiter gentilis* の生息状況と営巣特性. 日本鳥学会誌 56(2):131-140.
- 植田睦之・百瀬浩・山田泰広・田中啓太・松江正彦. 2006. オオタカの幼鳥の分散過程と環境利用. *Bird Research* 2(0):A1-A10.
- 上野裕介・栗原正夫. 2015. 広域スケールでのオオタカの生息適地予測の有効性と空間的汎用性・地域性の課題. *ランドスケープ研究* 78(5):647-650.
- Widen,P. 1989. The hunting habitats of Coshawks *Accipiter gentilis* in boreal forests of central Sweden. *Ibis* 131:205-213.
- 山中勤・松尾大悟・矢野翠・角張順一・飯田真一・涌井久司・清水亮介・田中正. 2005. 遷移過程のアカマツ二次林における植物種間の根系分布の差異. 筑波大学陸域環境研究センター報告 No.6 : 39-44.
- 由井正敏. 1974. 繁殖期における小鳥類の生息数調査法に関する研究. 森林総合研究所林業試験場研究報告 264 : 13-84.
- 由井正敏. 1988. 森に棲む野鳥の生態学. 237pp. 創文. 東京.
- 由井正敏・鈴木祥悟・青山一郎. 1989. 森林原野性鳥類のラインセンサス法の研究 IX スポットセンサス法との比較. *山階鳥研報* 21 : 208-223.

## 第 2 章の図表

- 図 2-1 事例研究地位置図
- 図 2-2 事例研究地の 2011 年における林齢区分及び調査地点
- 表 2-1 事例研究地年表
- 図 2-3 事例研究地における保護管理体制（令和 2 年度）
- 表 2-2 事例研究地における保全事業と会議開催状況
- 図 2-4 オオタカの生息環境の概念
- 図 2-5 施業実施年度区分図
- 表 2-3 間伐前後におけるアカマツの立木密度及び間伐木の胸高直径
- 表 2-4 毎木調査結果
- 図 2-6 胸高直径
- 図 2-7 樹高
- 図 2-8 立木密度
- 図 2-9 胸高直径・樹高の相関図
- 表 2-5 植生調査結果
- 図 2-10 胸高断面積・立木密度の平均値の散布図
- 図 2-11 各林齢タイプの横断面図（上段：2003 年 下段：2011 年）
- 表 2-6 出現鳥類リスト
- 表 2-7 出現個体数（通年）と Shannon-Wiener の多様度指数  $H'$ （通年・繁殖期）一覧
- 図 2-12 出現個体数一覧（通年）
- 図 2-13 季節変化（2003 年度）（上図：好適餌種別 下図：調査地点別）
- 図 2-14 季節変化（2011 年度）（上図：好適餌種別 下図：調査地点別）
- 表 2-8 本研究と他事例の営巣木及び営巣林の比較
- 表 2-9 植生・土地被覆図の凡例一覧
- 図 2-15 オオタカ推定行動圏における植生・土地被覆図（2009 年）
- 表 2-10 植生・土地被覆図の面積及び面積割合
- 表 2-11 前橋営林局（1998）が示した採餌行動域の面積割合
- 図 2-16 アカマツの胸高直径－樹高相関図

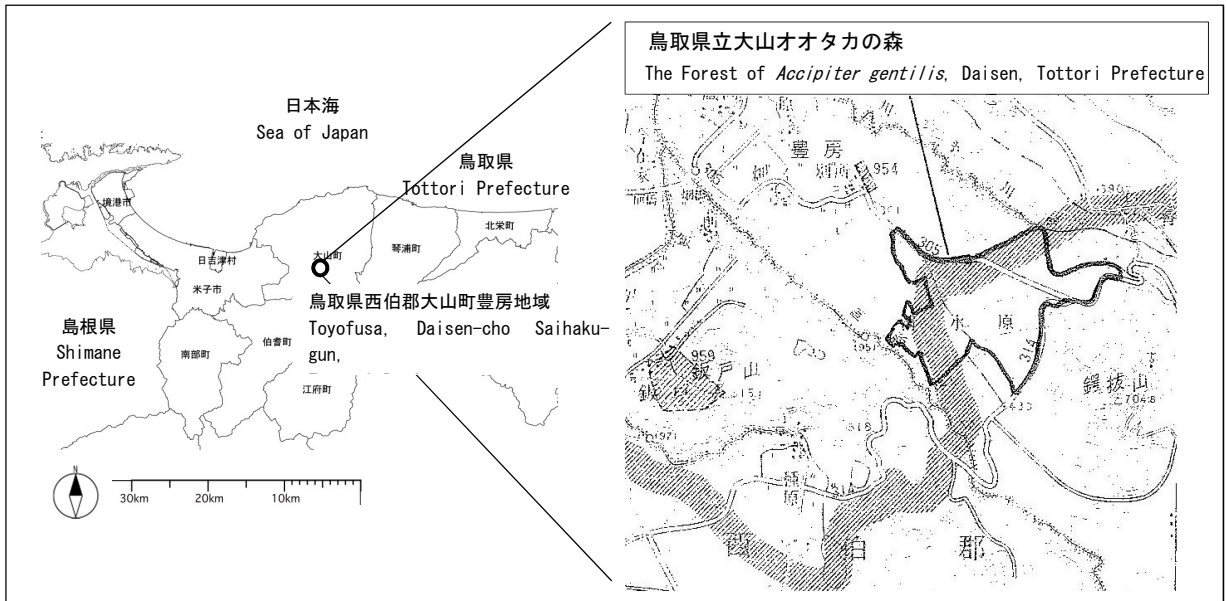


図 2-1 事例研究地位置図



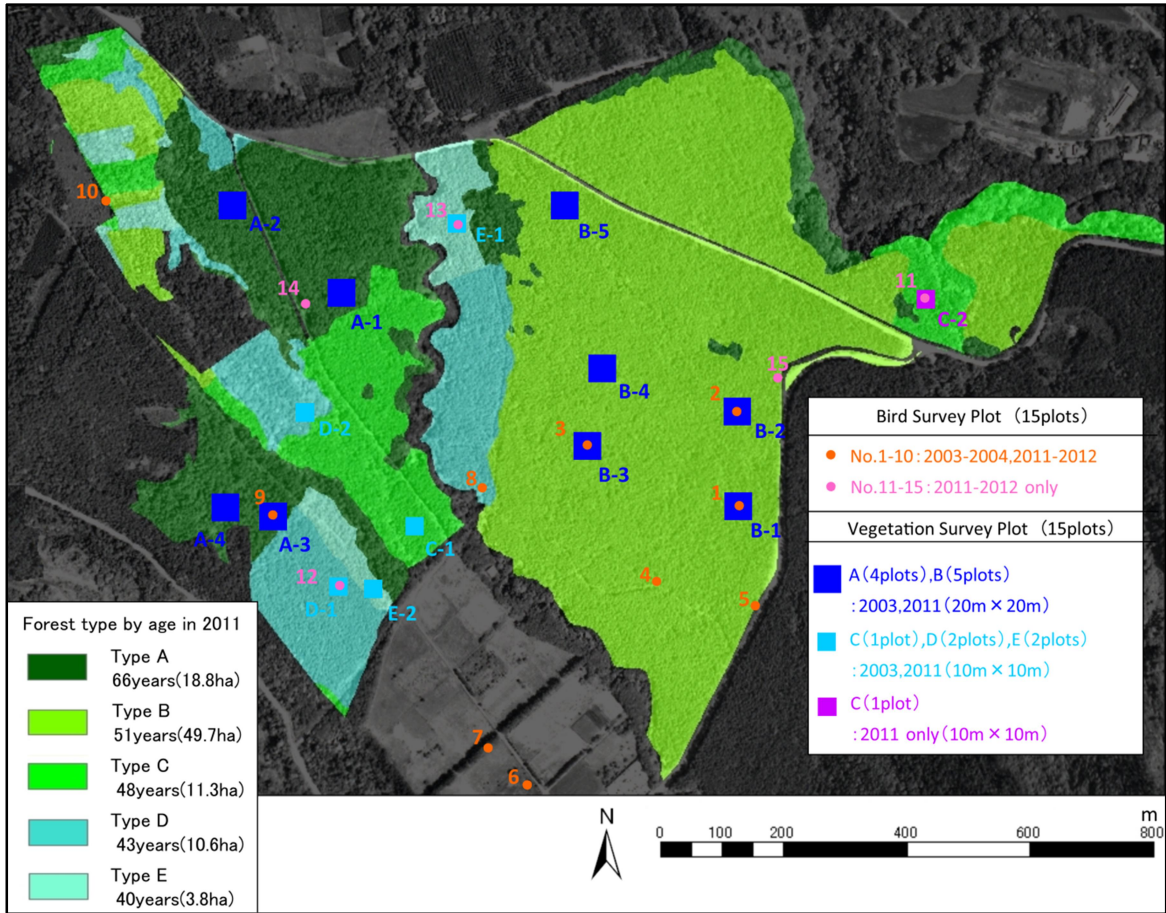
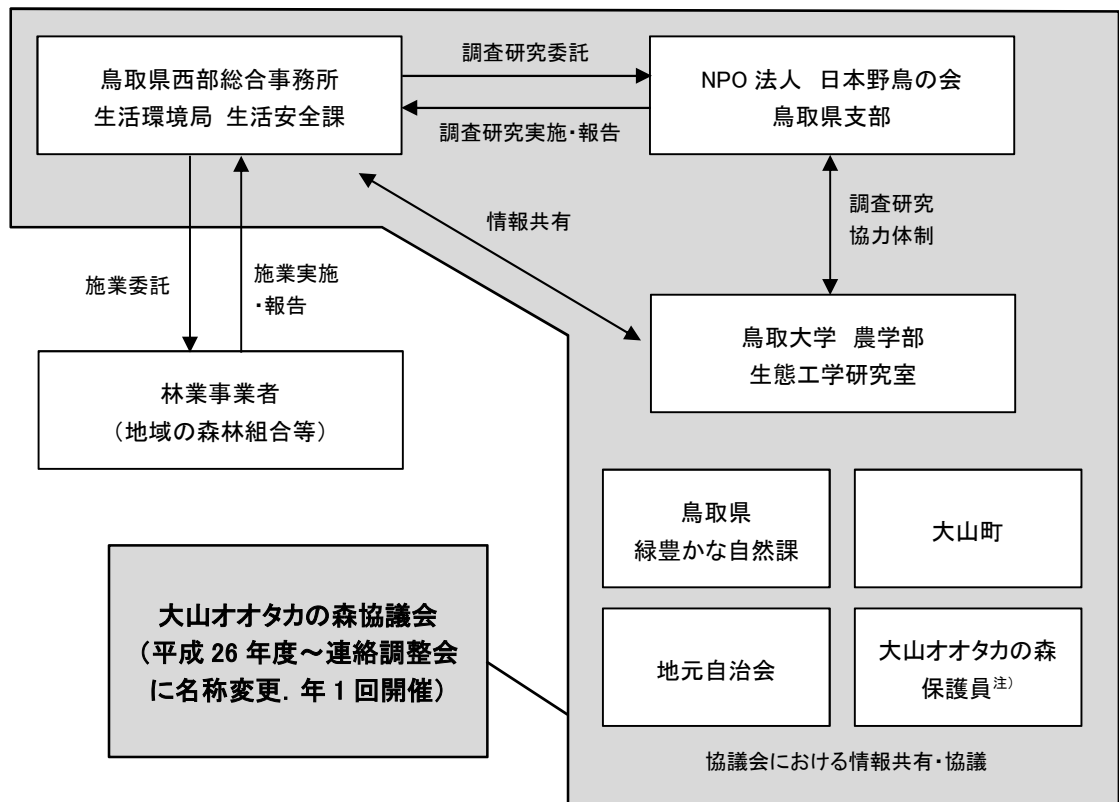


図 2-2 事例研究地の 2011 年における林齢区分及び調査地点

表 2-1 事例研究地年表

year	Event	Breeding status of <i>Accipiter gentilis</i>
1991	Development plan for a Golf Resort	-
1992	-	-
1993	-	-
1994	Nesting of Northern Goshawk ( <i>Accipiter gentilis</i> ) found in the case study area.	Breeding (Young birds did not leave the nest. Signs of destruction by human.)
1995	-	Breeding (Four Young emerged, three left the nest)
1996	-	Breeding (Two Young emerged, two left the nest)
1997	-	Breeding (Two Young emerged, two left the nest)
1998	-	Breeding (One Young emerged, one left the nest)
1999	-	No breeding
2000	-	No breeding
2001	Tottori Prefecture purchased the area for conservation of Northern Goshawk, and designated it as "The Forest of <i>Accipiter gentilis</i> , Daisen, Tottori Prefecture".	No breeding
2002	-	No breeding
2003	The first field survey was implemented. A forest management plan was proposed based on the survey findings.	Breeding (Two Young emerged, two left the nest)
2004	-	Breeding (Two Young emerged, one left the nest)
2005	-	Breeding (Two Young emerged, one left the nest)
2006	-	Breeding (One left the nest)
2007	The proposed forest management was implemented for five years from 2006 to 2010.	No breeding
2008	(1) Thinning of the pine forest	No breeding
2009	(2) Improvement by cutting broad-leaved trees that has reached to the sub tall tree layer	No breeding
2010	-	Breeding (Two left the nest)
2011	The second field survey was implemented.	Breeding (The nest was abandoned)



注) 大山オオタカの森保護員とは、鳥取県立大山オオタカの森の保全に関する条例第 5 条の 2 に定める、大山オオタカの森を保全するためのボランティア活動を行う者をいう。

図 2-3 事例研究地における保護管理体制（令和 2 年度）

表 2-2 事例研究地における保全事業と会議開催状況

保全事業実施年度	保全事業実施年度																			
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
保全事業項目 <sup>注1)</sup>	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	H31(R1)	R2
鳥取県が土地を取得	○																			
「鳥取県立大山オオタカカの森の保全に関する条例」施行																				
観察路等の整備・維持管理 <sup>注2)</sup>																				
森林内の営巣環境の整備 <sup>注3)</sup>																				
更新伐による長期的な営巣環境の整備 <sup>注4)</sup>																				
森林内の環境モニタリング調査																				
自然観察会																				
オオタカカ協議会																				
オオタカカの森連絡調整会																				

注1) 保全事業項目は、以下の文献から整理した。  
 一鳥取県 予算編成過程の公開 大山オオタカカの森保全事業（平成21～令和2年度）（<https://www.pref.tottori.lg.jp/dd.aspx?menuid=27182>）2021年2月14日参照  
 一大山オオタカカ協議会資料（平成17～25年度）、鳥取県 西部総合事務所生活環境局生活安全課  
 一大山オオタカカの森連絡調整会資料（平成26～令和2年度）、鳥取県西部総合事務所生活環境局生活安全課  
 注2) 観察路等の草刈り、倒木処理、施設点検・清掃などを指す。  
 注3) アカマツの間伐、広葉樹などの除伐、マツ枯れ木処理を指す。  
 注4) 2014（H26）年度よりオオタカカが営巣可能な林分を長期間確保するため、老齢アカマツ林から強度間伐を実施し、天然更新により整備を実施。良質材は木材市場で親り売りし、県の収益が見込める。また、松食い虫被害の抑制を図るため特別成倒駆除を行い、被害木を現場外へ持ち出し、チップ工場で再利用を図っている。  
 注5) 調査結果に基づき「オオタカカの森の保護管理方針提言書」（平成16年3月、鳥取県）が作成された。  
 注6) 表中の○は、その年の保全事業項目が該当年度に実施されたことを示す。

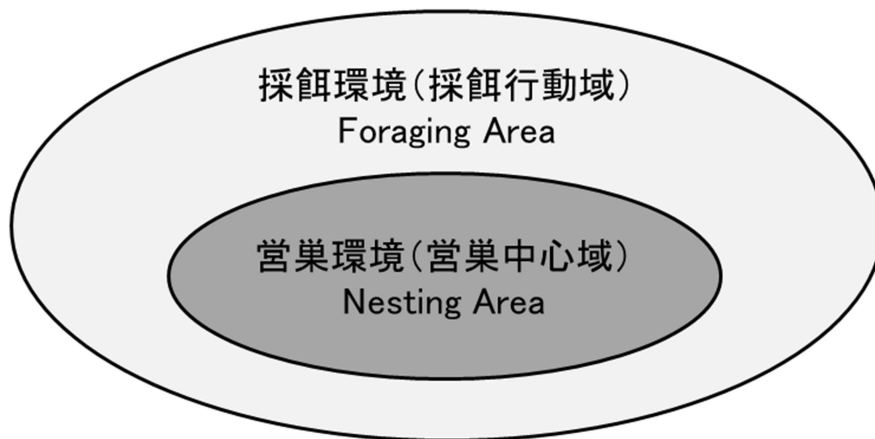


図 2-4 オオタカの生息環境の概念

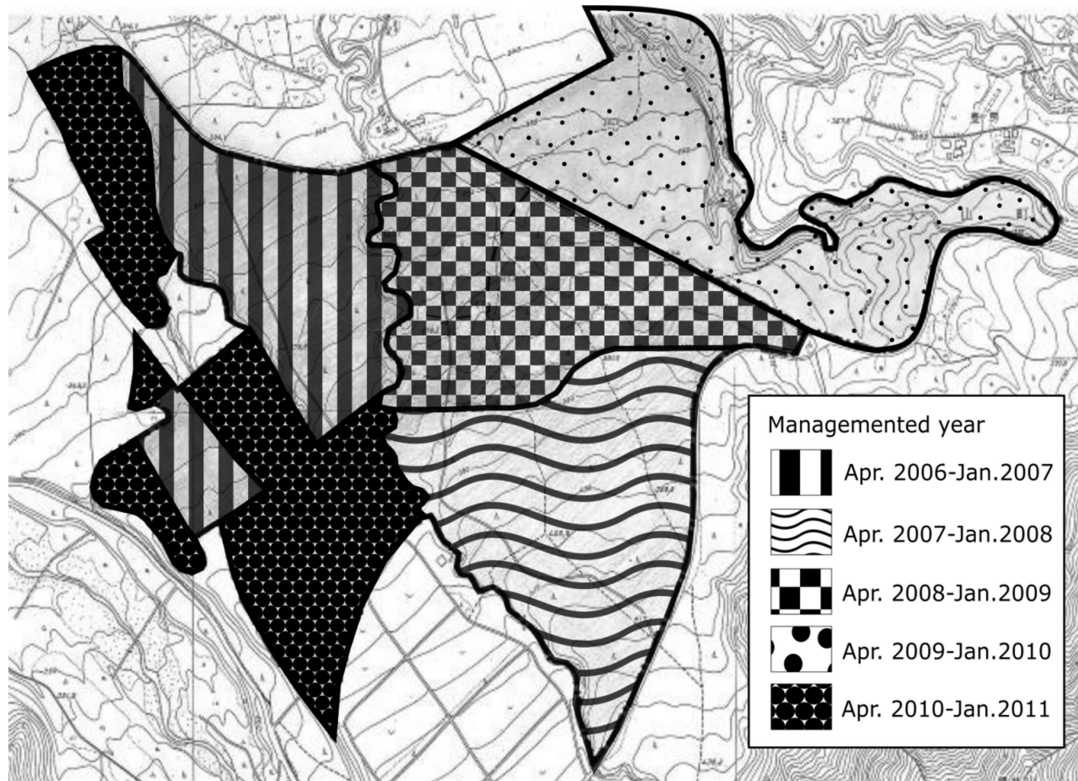


图 2-5 施業实施年度区分图

表 2-3 間伐前後におけるアカマツの立木密度及び間伐木の胸高直径

Fiscal year	Forest age type	Average stand density(stems/ha)		Average DBH of thinned trees(cm)
		Before forest management	After forest management	
2006	A・C・D	—	—	—
2007	B・D	931	606	17.4
2008	B・D・E	1,267	647	21.5
2009	B・C	1,114	679	29.9
2010	A・C・D・E	1,008	600	21.0

\*Pine trees were not thinned in 2006. Only broad-leaved trees were cut for forest improvement.

表 2-4 每木調査結果

Type of tree	Forest age type	Number of plots	Diameter at Breast Height (DBH)						Tree Height						Tree Density						Tree Basal Area					
			Before forest management		After forest management		Before forest management		After forest management		Before forest management		After forest management		Before forest management		After forest management		Before forest management		After forest management		Before forest management		After forest management	
			Ave. (cm)	SD	Ave. (cm)	SD	Ave. (m)	SD	Ave. (m)	SD	Ave. (stems/ha)	SD	Ave. (stems/ha)	SD	Ave. (stems/ha)	SD	Ave. (stems/ha)	SD	Ave. (m <sup>2</sup> /ha)	SD	Ave. (m <sup>2</sup> /ha)	SD	Ave. (m <sup>2</sup> /ha)	SD		
Pine	A	4	37.0	11.3	42.1	11.0	20.0	3.1	21.9	2.5	363	66.1	344	150.5	4,271	892.1	5,306	825.9								
	B	5	27.0	7.8	32.2	9.0	18.4	3.4	18.7	2.9	820	143.0	525	135.8	5,110	334.9	4,623	552.5								
	C	2*3	26.9	6.2	30.0	7.7	17.2	1.5	17.6	1.0	1,300	0.0	600	424.3	7,793	0.0	4,496	1,415.6								
	D	2	24.7	7.0	36.9	7.3	17.1	2.8	18.6	0.5	2,550	1,626.3	400	141.4	13,185	9,221.0	4,443	178.0								
	E	2	19.4	5.8	30.1	6.7	12.9	2.6	17.7	3.1	1,450	212.1	500	141.4	4,680	723.6	3,724	51.6								
Others	A	4	8.3	5.5	8.5	4.5	6.9	3.6	6.7	3.3	2,138	733.3	1,381	232.2	1,679	528.2	998	200.9								
	B	5	5.2	1.6	6.7	2.9	6.2	1.8	7.6	3.4	1,850	439.1	1,975	437.3	433	149.1	833	263.4								
	C	2*3	-	-	8.1	6.0	-	-	-	3.2	-	-	2,250	777.8	-	-	1,798	981.2								
D	2	-	-	7.0	3.5	-	-	-	3.5	-	-	2,400	141.4	-	-	1,164	461.0									
E	2	-	-	7.1	3.0	-	-	-	2.5	-	-	1,500	0.0	-	-	710	61.9									

\*1 The average and SD are calculated for all trees of several forest age types.

\*2 We surveyed DBH, tree height and tree density for only the A and B type forests before forest management.

\*3 Plot number of C type before forest management is 1, after forest management is 2.



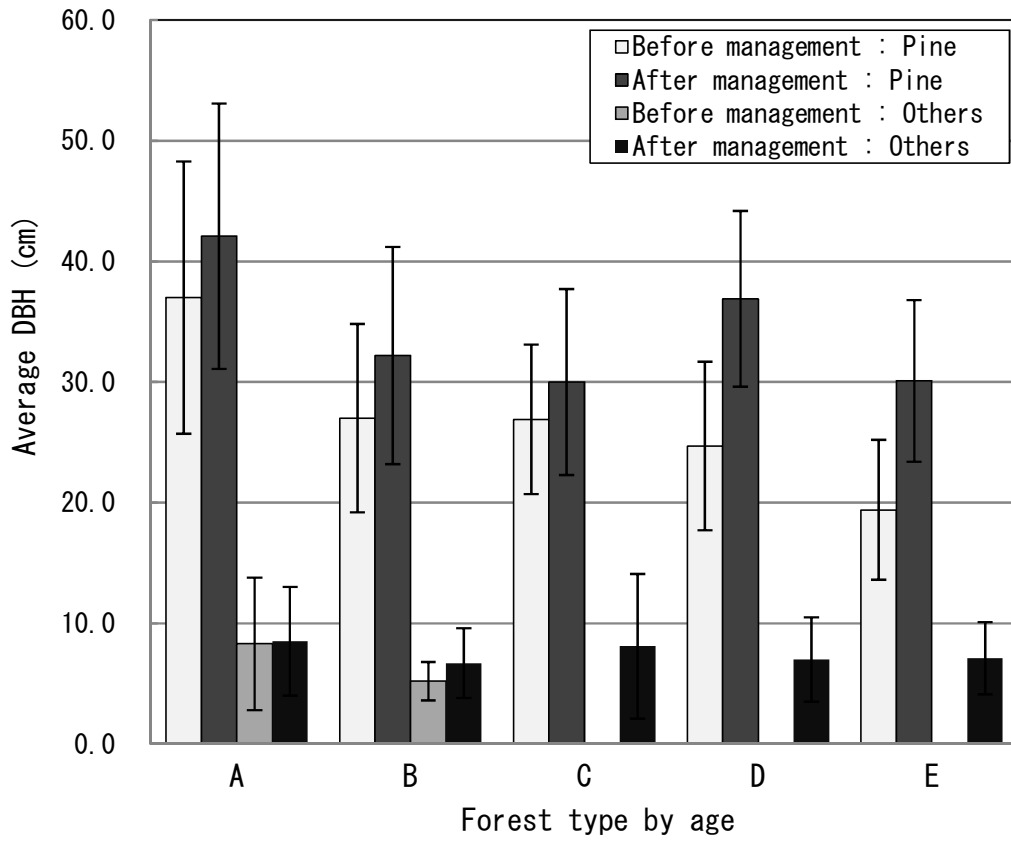


图 2-6 胸高直径

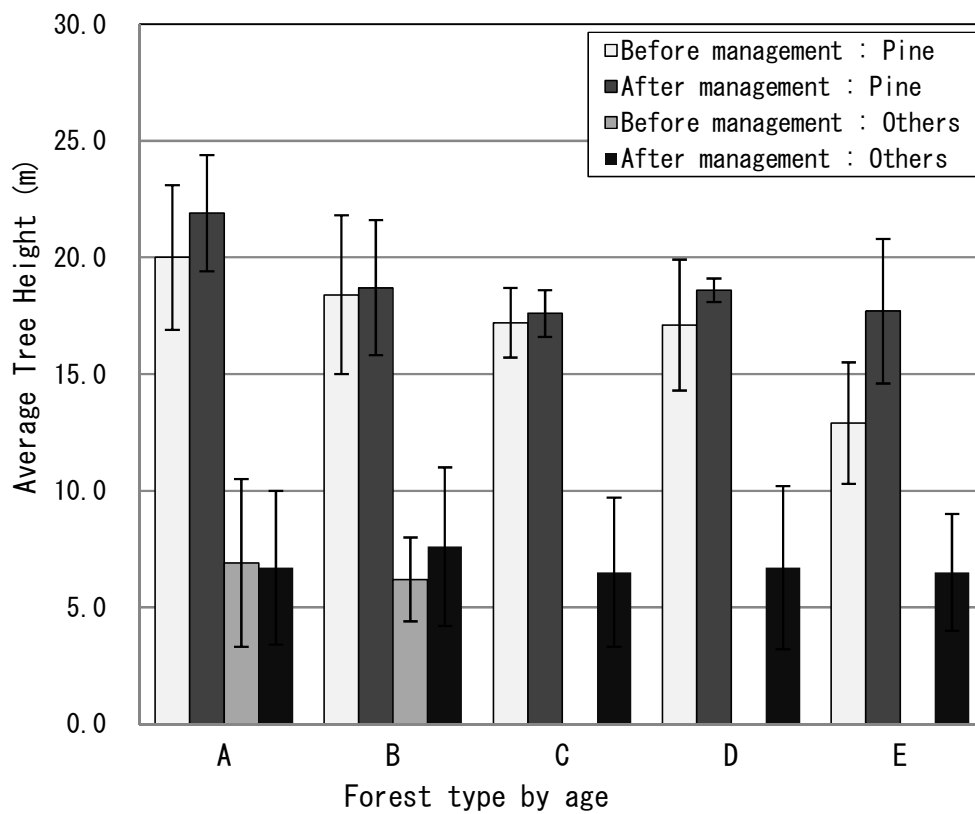


図 2-7 樹高

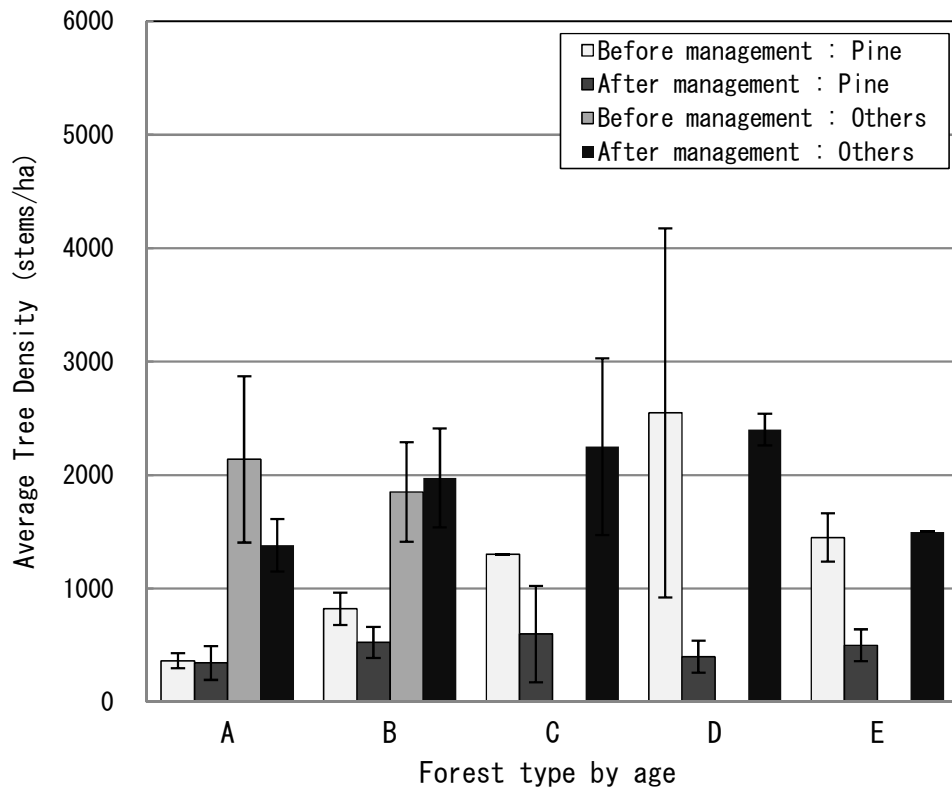


图 2-8 立木密度

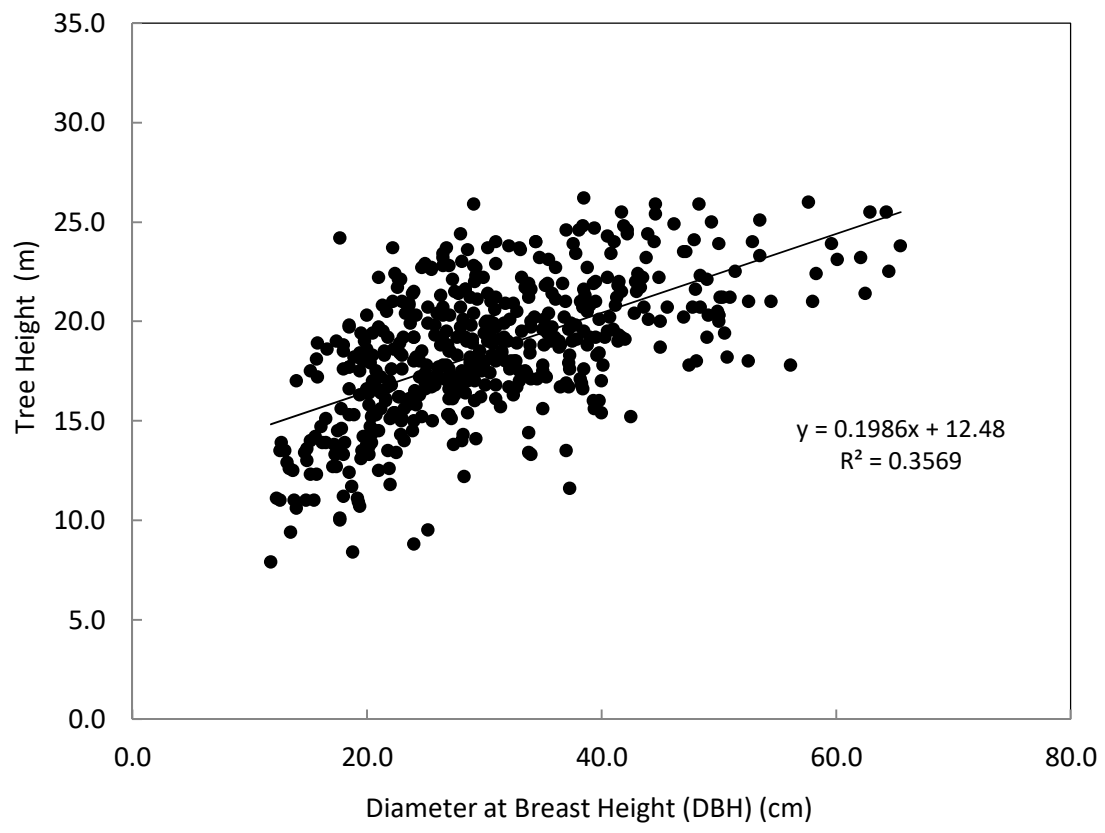


図 2-9 胸高直径・樹高の相関図

表 2-5 植生調査結果

Hierarchy	2003 (Before forest management)						2011 (After forest management)							
	TypeA		TypeB		TypeA		TypeB		TypeC		TypeD		TypeE	
	Vegetation cover rate	Dominant species (degree)	Vegetation cover rate	Dominant species (degree)	Vegetation cover rate	Dominant species (degree)	Vegetation cover rate	Dominant species (degree)	Vegetation cover rate	Dominant species (degree)	Vegetation cover rate	Dominant species (degree)	Vegetation cover rate	Dominant species (degree)
I Canopy layer Over 15m	33%	アカマツ(3) <i>Pinus densiflora</i>	56%	アカマツ(4) <i>Pinus densiflora</i>	46%	アカマツ(3) <i>Pinus densiflora</i>	46%	アカマツ(4) <i>Pinus densiflora</i>	55%	アカマツ(4) <i>Pinus densiflora</i>	38%	アカマツ(3) <i>Pinus densiflora</i>	50%	アカマツ(3) <i>Pinus densiflora</i>
	65%	エゴノキ(2) <i>Styrax japonica</i>	80%	ヤマザクラ(3) <i>Prunus jamasakura</i>	63%	エゴノキ(2) <i>Styrax japonica</i>	62%	ヤマザクラ(4) <i>Prunus jamasakura</i>	67%	ヤマザクラ(2) <i>Prunus jamasakura</i>	68%	ヤマザクラ(3) <i>Prunus jamasakura</i>	48%	ヤマザクラ(3) <i>Prunus jamasakura</i>
II Subcanopy layer 3-15m		ヒサカキ(2) <i>Eurya japonica</i>		クロモジ(3) <i>Lindera umbellata</i>		コナラ(2) <i>Quercus serrata</i>		ウミズサクラ(2) <i>Prunus grayana</i>		カスミザクラ(2) <i>Cerasus leveilleana</i>		ソヨゴ(3) <i>Ilex pedunculosa</i>		アオハダ(2) <i>Ilex macrospoda</i>
		ソヨゴ(2) <i>Ilex pedunculosa</i>				リョウブ(3) <i>Clethra barbinervis</i>		リョウブ(2) <i>Clethra barbinervis</i>		リョウブ(2) <i>Clethra barbinervis</i>		ウリハダカエデ(2) <i>Acer rufinerve</i>		
III Shrub layer 1.3-3m	40%	クロモジ(1) <i>Lindera umbellata</i>	48%	ハイイヌツゲ(2) <i>Ilex crenata var. paludosa</i>	46%	エゴノキ(2) <i>Styrax japonica</i>	24%	クロモジ(2) <i>Lindera umbellata</i>	42%	ヒサカキ(2) <i>Eurya japonica</i>	26%	ソヨゴ(2) <i>Ilex pedunculosa</i>	21%	エゴノキ(1) <i>Styrax japonica</i>
		ヒサカキ(1) <i>Eurya japonica</i>		クロモジ(1) <i>Lindera umbellata</i>		ネジキ(2) <i>Lyonia ovalifolia var. elliptica</i>		クマノミズキ(2) <i>Cornus macrophylla</i>		クロモジ(2) <i>Lindera umbellata</i>		ヤマモミジ(1) <i>Acre palmatum var. mastumurae</i>		ヒサカキ(1) <i>Eurya japonica</i>
	ヒメアオキ(1) <i>Aucuba japonica var. borealis</i>		ヒメアオキ(1) <i>Aucuba japonica var. borealis</i>		ヒサカキ(1) <i>Eurya japonica</i>		シロダモ(2) <i>Neolitsea sericea</i>		リョウブ(1) <i>Clethra barbinervis</i>		ヒサカキ(1) <i>Eurya japonica</i>			
IV Herbaceous layer Under 1.3m	27%	ヤマウグイスカグラ(1) <i>Lonicera gracilipes var. glabra</i>	14%	ハイイヌツゲ(1) <i>Ilex crenata var. paludosa</i>	74%	ヒメアオキ(3) <i>Aucuba japonica var. borealis</i>	54%	ヒメアオキ(2) <i>Aucuba japonica var. borealis</i>	46%	ハイイヌツゲ(2) <i>Ilex crenata var. paludosa</i>	37%	ハイイヌツゲ(2) <i>Ilex crenata var. paludosa</i>	55%	ハイイヌツゲ(2) <i>Ilex crenata var. paludosa</i>
		オオイタヤメイゲツ(1) <i>Acer shirasawanum</i>		クロモジ(1) <i>Lindera umbellata</i>		クロモジ(2) <i>Lindera umbellata</i>		ハイイヌツゲ(2) <i>Ilex crenata var. paludosa</i>		クロモジ(2) <i>Lindera umbellata</i>		ソヨゴ(1) <i>Ilex pedunculosa</i>		
	ハイイヌツゲ(+) <i>Ilex crenata var. paludosa</i>				ヒサカキ(2) <i>Eurya japonica</i>		チマキザサ(2) <i>Sasa palmata</i>							
	クロモジ(+) <i>Lindera umbellata</i>				ハイイヌツゲ(2) <i>Ilex crenata var. paludosa</i>		ヤブコウジ(1) <i>Ardisia japonica</i>							
FLD*	0.99		1.17		1.39		1.12		1.28		1.01		1.05	

\*FLD is "Forest Layers Diversity"(1988 Yui)

注) 植被率の括弧内の数字は被度を示す.

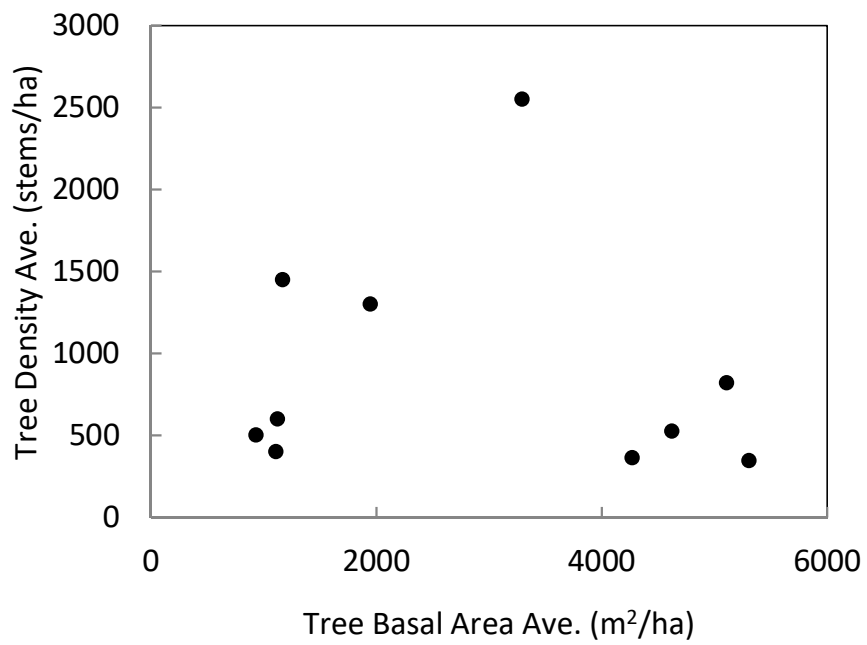


図 2-10 胸高断面積・立木密度の平均値の散布図

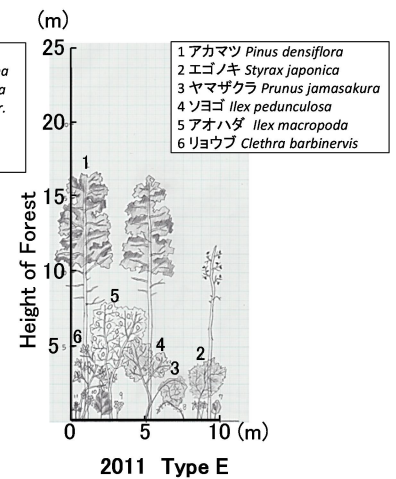
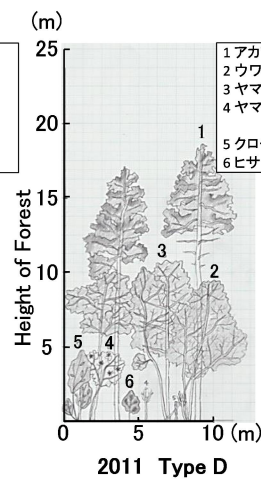
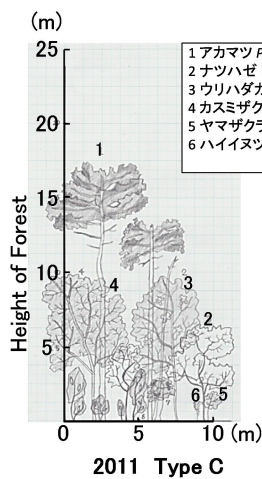
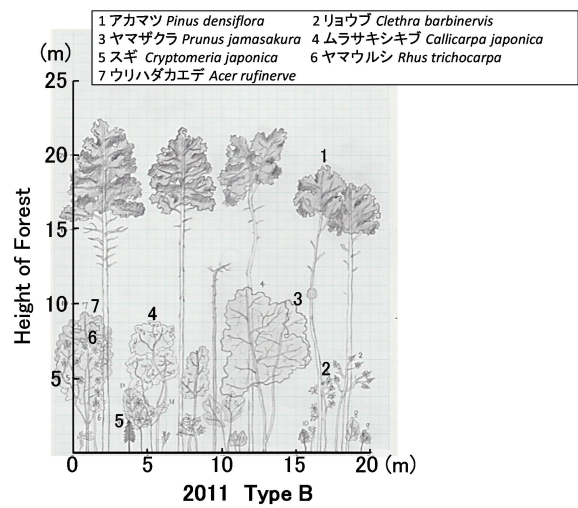
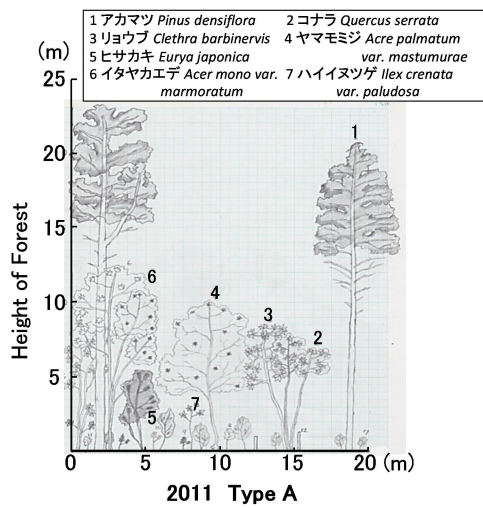
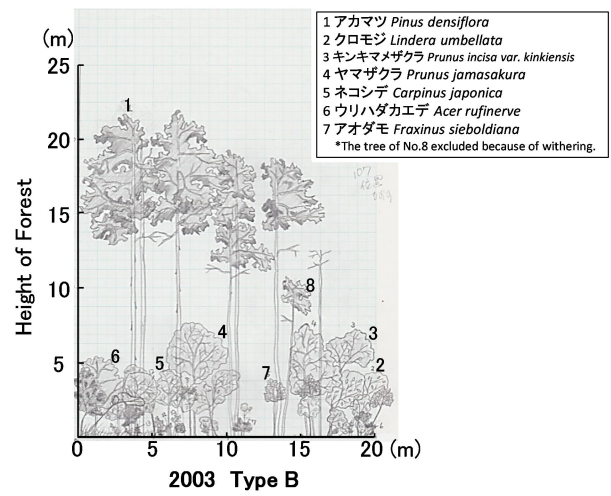
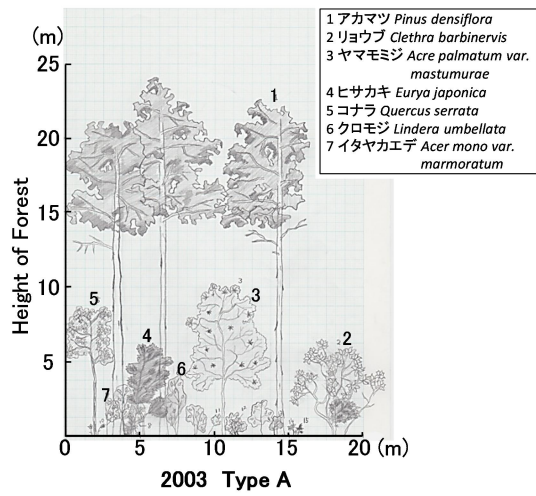


図 2-11 各林齢タイプの横断面図 (上段: 2003 年 下段: 2011 年)

表 2-6 出現鳥類リスト

Japanese Name	Scientific Name	MEO	TOTTORI	Full Length (cm)	Size (S,M,L)	Class (APS <sup>*1</sup> ,Others)	Avifauna Apr.	Avifauna Apr.
		RDB	RDB				2003-Jan. 2004	2011-Jan. 2012
アオゲラ	<i>Picus awokera</i>			29	M	APS	○	○
アオサギ	<i>Ardea cinerea</i>			93	L	Others	○	○
アオジ	<i>Emberiza spodocephala</i>			16	S	Others	○	
アオバト	<i>Treron sieboldii</i>		NT	33	M	APS	○	○
アカゲラ	<i>Dendrocopos major</i>			23.5	M	APS	○	○
アカハラ	<i>Turdus chrysolaus</i>			23.5	M	APS		○
アトリ	<i>Fringilla montifringilla</i>			16	S	Others	○	○
アマツバメ	<i>Apus pacificus</i>			20	S	Others	○	
アリスイ	<i>Jynx torquilla</i>			17.5	S	Others	○	
イカル	<i>Eophona personata</i>			23	M	APS	○	○
イワツバメ	<i>Delichon dasyopus</i>			14.5	S	Others	○	○
ウグイス	<i>Cettia diphone</i>			14~15.5	S	Others	○	○
ウソ	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>			15.5	S	Others	○	
エナガ	<i>Aegithalos caudatus</i>			13.5	S	Others	○	○
オオアカゲラ	<i>Dendrocopos leucotos</i>		NT	28	M	APS	○	
オオタカ	<i>Accipiter gentilis</i>	NT	VU	50/56.5	L	Exclusion	○	○
オオルリ	<i>Cyanoptila cyanomelana</i>			16.5	S	Others	○	○
カケス	<i>Garrulus glandarius</i>			33	M	APS	○	○
カシラダカ	<i>Emberiza rustica</i>			15	S	Others	○	○
カワラヒワ	<i>Carduelis sinica</i>			14.5	S	Others	○	○
キシバト	<i>Streptopelia orientalis</i>			33	M	APS	○	○
クイタダキ	<i>Regulus regulus</i>		NT	10	S	Others	○	
キビタキ	<i>Ficedula narsissina</i>			13.5	S	Others	○	○
クロジ	<i>Emberiza variabilis</i>		NT	17	S	Others	○	
クロツグミ	<i>Turdus cardis</i>			21.5	M	APS	○	○
コガラ	<i>Parus montanus</i>			12.5	S	Others	○	○
コゲラ	<i>Dendrocopos kizuki</i>			15	S	Others	○	○
コンアカツバメ	<i>Hirundo daurica</i>			18.5	S	Others		○
ゴジュウカラ	<i>Sitta europaea</i>		NT	13.5	S	Others	○	○
コルリ	<i>Luscinia cyane</i>		NT	14	S	Others	○	
サンコウチョウ	<i>Terpsiphone atrocaudata</i>		NT	44.5/17.5	S	Others		○
サンショウクイ	<i>Pericrocotus divaricatus</i>	VU	NT	20	S	Others	○	○
シジュウカラ	<i>Parus major</i>			14.5	S	Others	○	○
シメ	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>			18	S	Others	○	
ジュウイチ	<i>Cuculus fugax</i>			32	M	APS	○	
ジョウビタキ	<i>Phoenicurus auroreus</i>			14	S	Others	○	
シロハラ	<i>Turdus pallidus</i>			24	M	APS	○	○
セグロセキレイ	<i>Motacilla grandis</i>			21	S	Others	○	
セッカ	<i>Cisticola juncidis</i>		NT	12.5	S	Others	○	
ソウシチョウ	<i>Leiothrix lutea</i>			-	S	Others		○
ツグミ	<i>Turdus naumanni</i>			24	M	APS	○	○
ツツドリ	<i>Cuculus saturatus</i>			32.5	M	APS	○	○
ツバメ	<i>Hirundo rustica</i>			17	S	Others	○	○
ツミ	<i>Accipiter gularis</i>		NT	27/30	L	Others	○	
トビ	<i>Milvus migrans</i>			58.5/68.5	L	Others	○	○
トラツグミ	<i>Zosterora dauma</i>		NT	29.5	M	APS	○	○
ノゴマ	<i>Luscinia calliope</i>			15.5	S	Others	○	
ハイタカ	<i>Accipiter nisus</i>	NT	NT	31.5/39	L	Others		○
ハシブトガラス	<i>Corvus macrorhynchos</i>			56.5	L	Others	○	○
ハシボソガラス	<i>Corvus corone</i>			50	L	Others	○	○
ヒガラ	<i>Parus ater</i>			11	S	Others	○	○
ヒバリ	<i>Alauda japonica</i>			17	S	Others	○	○
ヒヨドリ	<i>Ixos amaurotis</i>			27.5	M	APS	○	○
ビンズイ	<i>Anthus hodgsoni</i>			15.5	S	Others		○
ホオジロ	<i>Emberiza coides</i>			16.5	S	Others	○	○
ホシガラス	<i>Nucifraga caryocatactes</i>		VU	34.5	L	Others	○	
ホトギス	<i>Cuculus poliocephalus</i>			27.5	M	APS	○	○
マヒワ	<i>Carduelis spinus</i>			12.5	S	Others	○	
ミサゴ	<i>Pandion haliaetus</i>			54/64	L	Others	○	
ミノサザイ	<i>Troglodytes troglodytes</i>			10.5	S	Others	○	
ミヤマホオジロ	<i>Emberiza elegans</i>			15.5	S	Others	○	
メジロ	<i>Zosterops japonicus</i>			11.5	S	Others	○	○
メボソムシクイ	<i>Phylloscopus borealis</i>		NT	13	S	Others	○	
モズ	<i>Lanius bucephalus</i>			20	S	Others	○	○
ヤブサメ	<i>Urosphena squameiceps</i>			10.5	S	Others	○	○
ヤマガラ	<i>Parus varius</i>			14	S	Others	○	○
ルリビタキ	<i>Tarsiger cyanurus</i>		DD	14	S	Others	○	
Total							61	45

\*1 APS: Appropriate play species for *Accipiter gentilis*

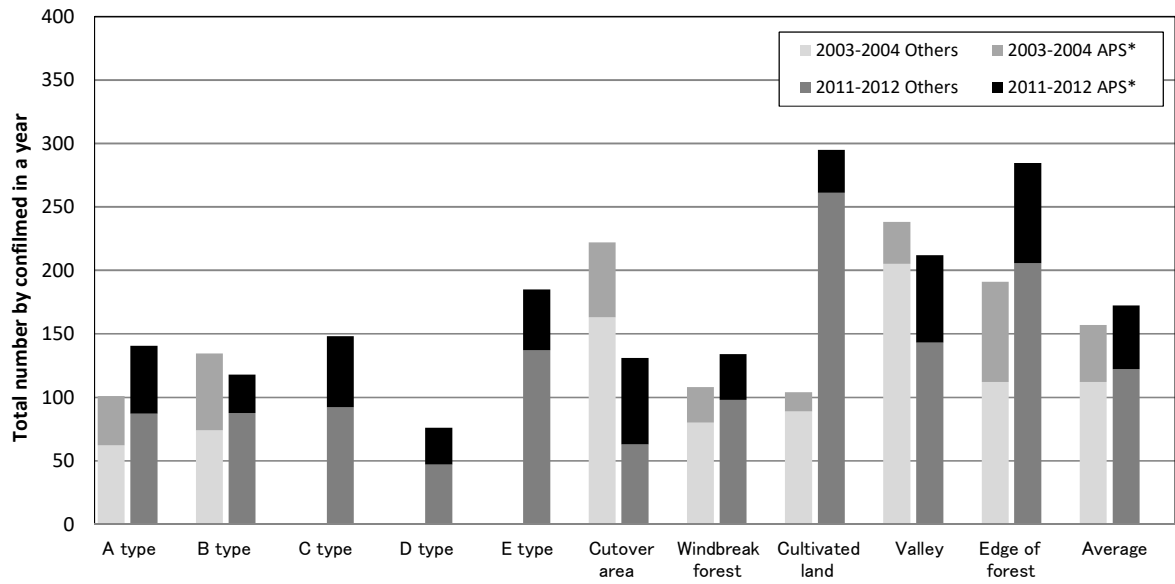


表 2-7 出現個体数（通年）と Shannon-Wiener の多様度指数  $H'$ （通年・繁殖期）一覧

Plot	Total number by confirmed in a year											
	year:2003-2004(a)				year:2011-2012(b)				Difference(b-a)			
	Others	APS*1	H'*2	H'*2	Others	APS*1	H'*2	H'*2	Others	APS*1	H'*2	H'*2
Total			Breeding season	Total			Breeding season	Total			Breeding season	
Type A	62	39	3.880	3.737	87	54	3.300	3.742	25	15	-0.580	0.005
Type B	74	61	3.748	3.297	88	30	3.763	3.476	14	-30	0.015	0.179
Type C	-	-	-	-	92	56	3.925	3.774	-	-	-	-
Type D	-	-	-	-	47	29	4.187	3.702	-	-	-	-
Type E	-	-	-	-	137	48	3.304	3.305	-	-	-	-
Cutover area	163	59	2.829	2.537	63	68	3.443	3.428	-100	9	0.614	0.891
Windbreak forest	80	28	4.250	3.728	98	36	3.846	3.495	18	8	-0.404	-0.233
Cultivated land	89	15	3.537	2.834	261	34	3.173	3.163	172	19	-0.364	0.329
Valley	205	33	3.483	3.504	143	69	3.683	3.408	-62	36	0.200	-0.096
Edge of forest	112	79	3.742	3.476	206	79	3.603	3.345	94	0	-0.139	-0.131
Average:all	112	45	3.638	3.302	122	50	3.623	3.484	10	5	-0.015	0.182
Average:all (avoid TypeC,D,E)	112	45	3.638	3.302	135	53	3.544	3.437	23	8	-0.094	0.135
Average:forest					90	43	3.696	3.600	-	-	-	-
Average:forest (avoid TypeC,D,E)	68	50	3.814	3.517	87	42	3.532	3.609	19	-8	-0.283	0.092
Average:others	130	43	3.568	3.216	154	57	3.550	3.368	24	14	-0.019	0.152

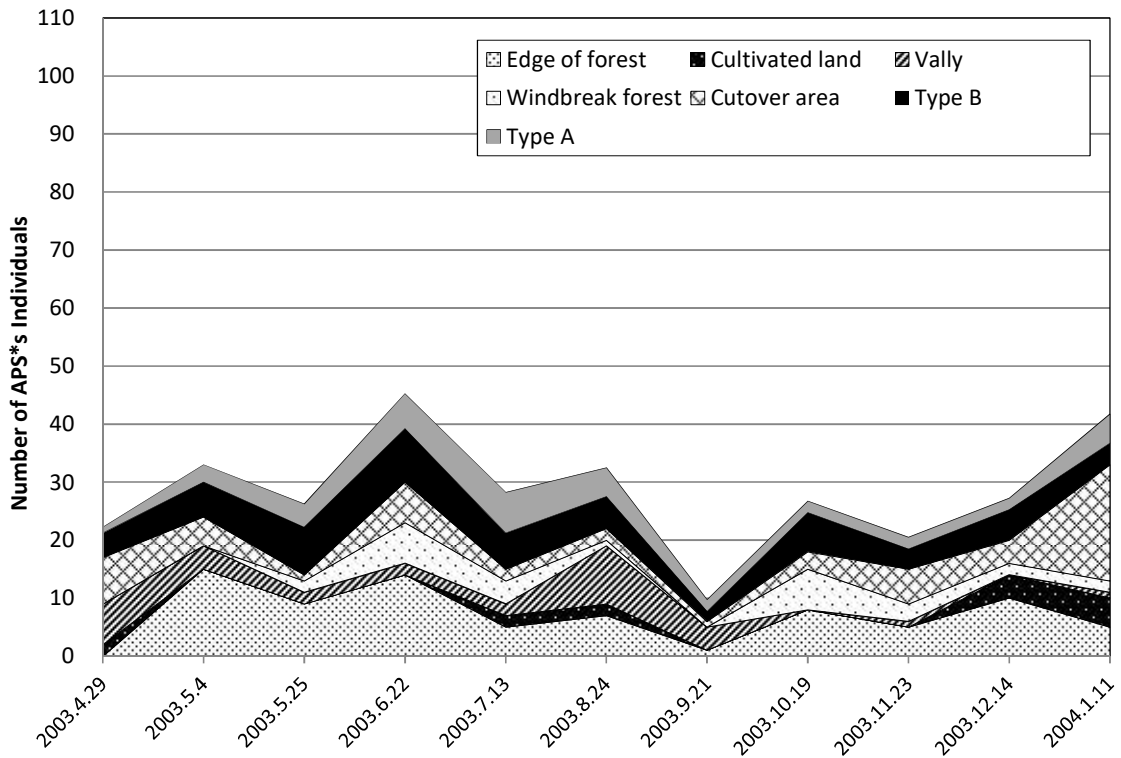
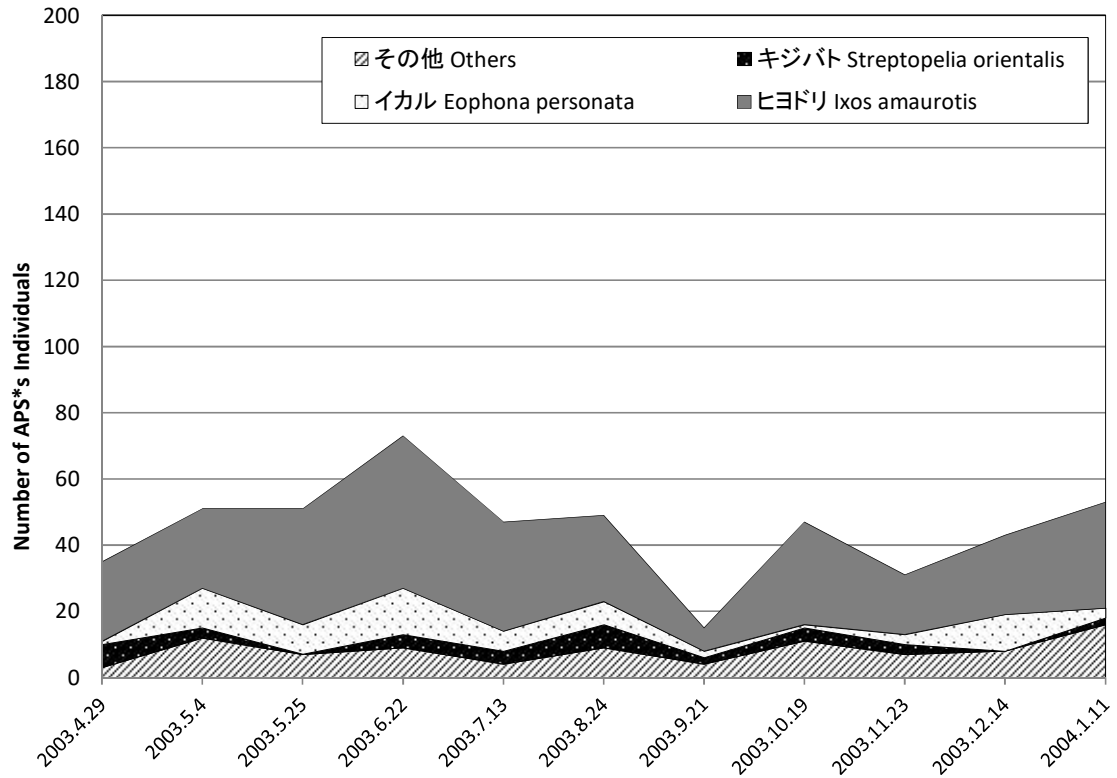
\* 1 APS means "Appropriate prey species for *Accipiter gentilis*".

\* 2  $H'$  is the Shannon-Wiener index of diversity.



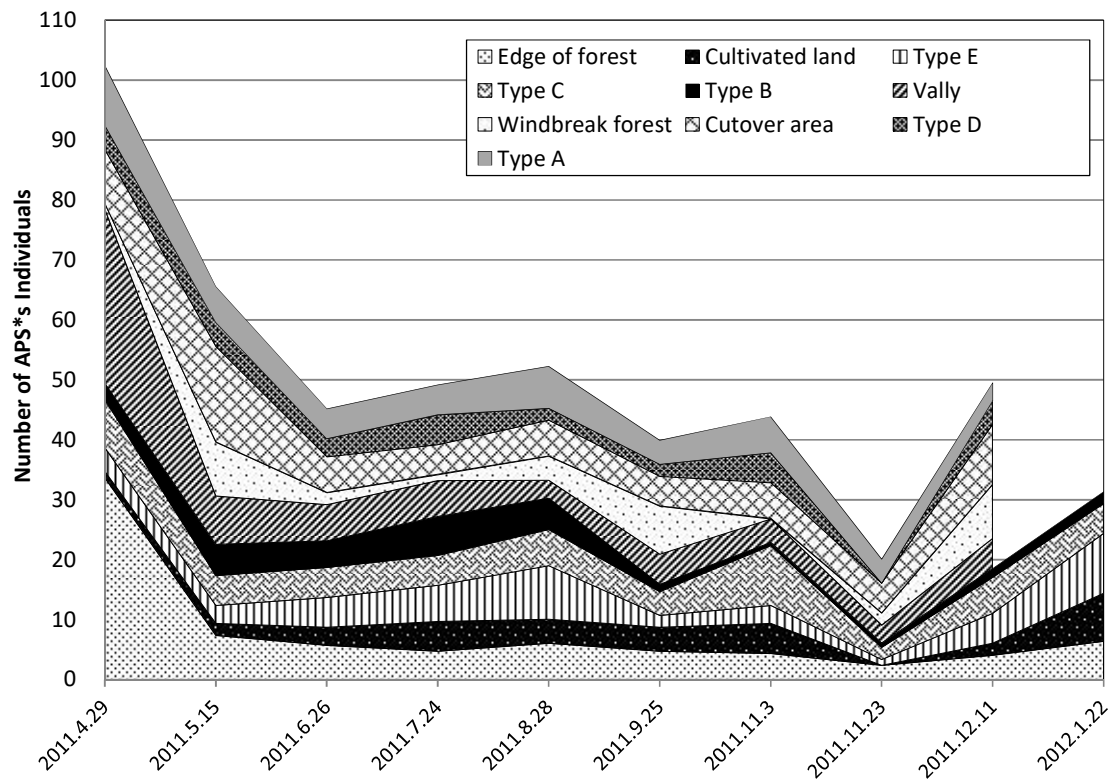
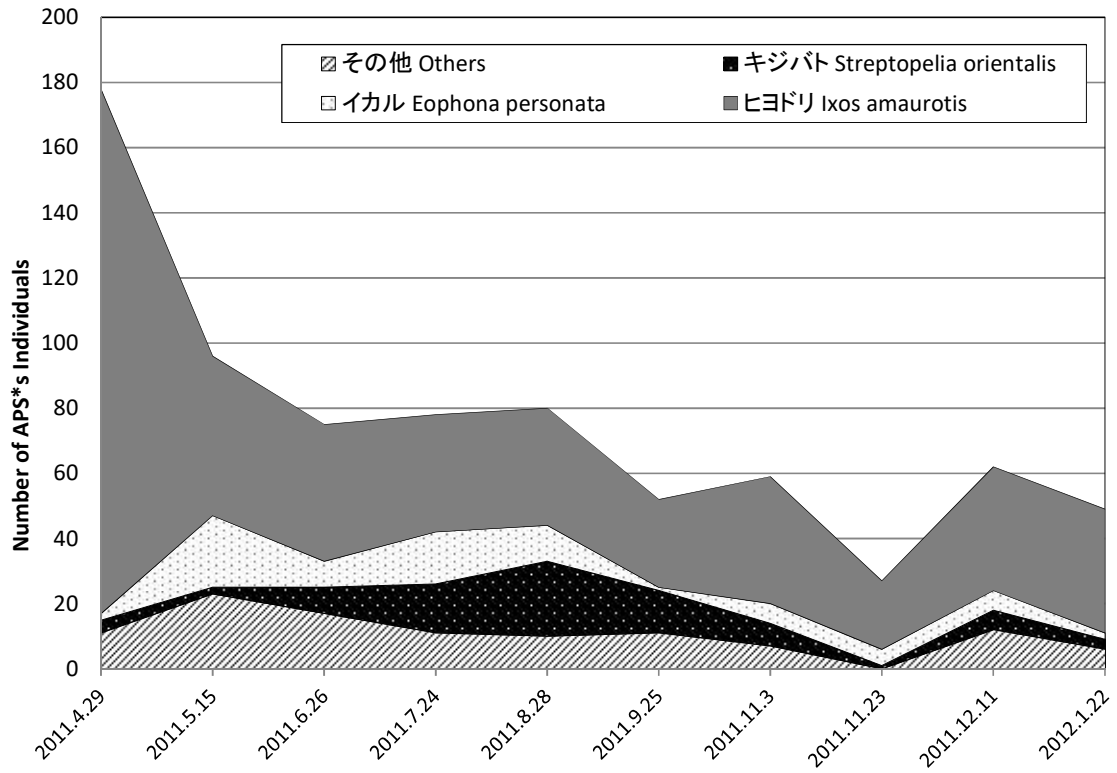
\*APS means "Appropriate prey species for *Accipiter gentilis*".

図 2-12 出現個体数一覧 (通年)



\* APS means "Appropriate prey species for *Accipiter gentilis*".

図 2-13 季節変化 (2003 年度) (上図: 好適餌種別 下図: 調査地点別)



\*1 APS means "Appropriate prey species for *Accipiter gentilis*"

\*2 The investigation on January 22, 2012 was conducted only for Type B,C,E,cultivated land and edge of forest due to the impact of snowfall.

図 2-14 季節変化 (2011 年度) (上図: 好適餌種別 下図: 調査地点別)

表 2-8 本研究と他事例の営巣木及び営巣林の比較

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
References, etc.	the study area			1996	1998	2008	2008	1999	2008	2003	1999	
	2003 Nested Forest	2011 Nested Forest	2010, 2011 Nesting Tree	Environment Agency, Nature Conservation Bureau, Wildlife Division	Maebashi Forestry Administration	Ozaki-Endo	Foundation road Institute for Environmental Studies	Suzuki	Hirai et al.	Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council Secretariat	Komata	
Nesting area	Tottori prefecture			-	-	-	-	Hokkaido			Aomori to Gifu prefecture	
	Daisen-cho Toyofusa area			-	-	-	-	Tokachi plain		Ishikari plain	-	
Tree type	アカマツ <i>Pinus densiflora</i>			-	マツ類(アカマツ等) <i>Pinus densiflora</i> etc.	アカマツ, スギ等 <i>Pinus densiflora</i> , <i>Cryptomeria japonica</i> etc.	アカマツ, クロマツ, スギ <i>Pinus densiflora</i> , <i>Pinus thunbergii</i> , <i>Cryptomeria japonica</i>	カラマツ <i>Larix kaempferi</i>	カラマツ, ストローブマツ <i>Larix kaempferi</i> , <i>Pinus strobus</i>	カラマツ, トウヒ等 <i>Larix kaempferi</i> , <i>Picea</i> <i>jezoensis</i> var. <i>hobdensis</i>	アカマツ, スギ等 <i>Pinus densiflora</i> , <i>Cryptomeria japonica</i> etc.	
Nesting tree	DBH(cm)	43.5	43.5	Over 25	Over 25	Over 30	Over 30	37.8 (±7.6)	38.6 (±7.1)	36.8 (±15.0)	34 (18.0-60.0)	
	Height(m)	16.2	16.2	Over 15	Over 15	-	Over 16	22.1 (±2.5)	25.5 (±3.6)	19.4 (±4.6)	15.9 (1.0-30.0)	
	Nest height(m)	13.2	13.2	-	-	-	Over 11	11.6 (±3.0)	12 (±3.5)	-	11.5 (7.0-21.0)	
Forest type	Red pine forest (TypeA)	Red pine forest (TypeB)	Red pine forest (TypeB)	-	-	Coniferous forest, needles wide, mixed forest	-	Larch forest (windbreak forest etc.)	Larch forest (windbreak forest)	Red pine forest, spruce forest, etc.	Red pine forest, cedar forest, etc.	
Nesting forest	DBH(cm)	36.8 (±11.3)	32.4 (±8.9)	32.4 (±8.9)	-	-	-	20.1 (±4.6)	23.4 (±4.3)	19.9 (±4.4)	-	
	Height(m)	20 (±3.1)	18.9 (±2.7)	18.9 (±2.7)	-	-	-	-	18.4 (±3.6)	13.9 (±3.1)	-	
	Density (stems/ha)	363 (±66.1)	525 (±135.8)	525 (±135.8)	-	250~1500	-	125~700 (±130.2)	489.8 (±171.0)	523.5 (±282.0)	1018.8 (±282.0)	
Surrounding area	Forest, Cropland			Distribute Forest and Cropland in patch	Distribute Forest and Cropland in patch	Distributed mosaic of forest and cropland	Forest, cropland, Satoyama	Forest, cropland	Cropland	Cropland	Elevation 10m to 1130m, a low mountain zone	
No.	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
References, etc.	2006 Ueda et al.	2006 Horie et al.	1998 Maebashi Forestry Administration	2006 Ueda et al.	2007 Uchida et al.	1999 Saitama Prefecture, Northern goshawk, etc., protection guidelines	2001 Hasebe et al.	-	1996 Kosaka et al.	-	2008 Foundation road Institute for Environmental Studies	
Nesting area	Tochigi prefecture			Throughout Nagano Prefecture	Saitama prefecture		Throughout Kumamoto Prefecture	The whole of Japan				
	Knuma city, Utsunomiya city	Nasunogahara		-	Hilly terrain of the main area	Throughout Saitama Prefecture	-	(1993)	(1994)	(1995)	(1989-2004)	
Tree type	アカマツ, スギ等 <i>Pinus densiflora</i> , <i>Cryptomeria japonica</i> etc.	アカマツ <i>Pinus densiflora</i>	アカマツ <i>Pinus densiflora</i>	アカマツ, モミ <i>Pinus densiflora</i> , <i>Abies firma</i>	アカマツ <i>Pinus densiflora</i>	アカマツ, スギ等 <i>Pinus densiflora</i> , <i>Cryptomeria japonica</i> etc.	アカマツ <i>Pinus densiflora</i>	アカマツ, スギ等 <i>Pinus densiflora</i> , <i>Cryptomeria japonica</i> etc.				
Nesting tree	DBH(cm)	43.5 (±11.8)	34.8 (±1.2)	-	37 (±6.0)	30.6 (±7.2)	39.3 (20.0-80.0)	60 (±17.6)	41.2 (±17.9)	40.8 (±17.9)	39.7 (±17.4)	40.3 (±1.0)
	Height(m)	23.7 (±5.8)	17.8 (±0.6)	-	24.8 (±2.8)	16.5 (±2.9)	19.5 (11.0-30.0)	14.5 (±0.7)	15.5 (±6.1)	17.5 (±5.8)	17.7 (±5.8)	20.7 (±0.4)
	Nest height(m)	16.8 (±8.9)	12.7 (±0.5)	-	19.3 (±3.0)	12.5 (±2.6)	14 (8.0-23.0)	7	-	-	-	15 (±0.4)
Forest type	Cedar plantation, coppice	Red pine forest, cedar forest etc.	Red pine forest	Red pine forest, fir forest	-	Red pine forest, cedar and cypress forest	10th to 20th grade <i>Quercus</i> forest	-	-	-	-	-
Nesting forest	DBH(cm)	-	25.2 (±0.7)	26.4	-	-	-	-	-	-	-	33.7 (±3.2)
	Height(m)	-	-	17.1	-	-	-	-	-	-	-	18.8 (±0.9)
	Density (stems/ha)	-	620.1 (±45.3)	1310	-	-	-	-	-	-	-	619.8 (±79.6)
Surrounding area	Forest, cropland	Forest, cropland	Forest, cropland	Forest, paddy field	Cropland	Forest, cropland	Forest, cultivated land, cutting and reclamation area	-	-	-	-	

\*1 Nos. 1 to 3 indicate results from this study area. Nos. 4 to 22 are results from previous studies. Nos. 4 to 7, in particular, show the tendency for the whole of Japan.

\*2 Nos. 8 to 22 show the average DBH, height, and density. Numbers in parentheses indicate the following:  
(±number): Standard deviation  
(number-number): Left hand number is the minimum, right hand number is the maximum of a range.

表 2-9 植生・土地被覆図の凡例一覧

本事例研究地 凡例		環境省1/25000植生図 統一凡例	
色凡例	凡例名	統一凡例コード	統一凡例名
	アカマツ林	230100	アカマツ群落(V)
	アカマツ林	420100	アカマツ群落(VII)
	スギ・ヒノキ植林	540100	スギ・ヒノキ・サワラ植林
	広葉樹林	220100	ブナーミズナラ群落
	広葉樹林	220102	クリーミズナラ群集
	広葉樹林	300200	ムクノキーエノキ群落
	広葉樹林	310100	ハンノキ群落(VI)
	広葉樹林	320100	ヤナギ高木群落(VI)
	広葉樹林	410100	コナラ群落(VII)
	広葉樹林	411400	クサギーアカメガシワ群落
	低木林	440200	クズ群落
	低木林	460000	伐採跡地群落(VII)
	草地	250100	ササ群落(V)
	草地	250200	ススキ群団(V)
	草地	470400	ヨシクラス
	草地	470501	ツルヨシ群集
	草地	470600	ヒルムシロクラス
	草地	560100	ゴルフ場・芝地
	草地	560200	牧草地
	耕作地	570100	路傍・空地雑草群落
	耕作地	570300	畑雑草群落
	耕作地	570400	水田雑草群落
	耕作地	570500	放棄水田雑草群落
	竹林	550000	竹林
	裸地	580400	造成地
	裸地	580700	自然裸地
	市街地	580100	市街地
	市街地	580101	緑の多い住宅地
	開放水域	580600	開放水域
	道路・駐車場	該当なし	
	防風林	該当なし	

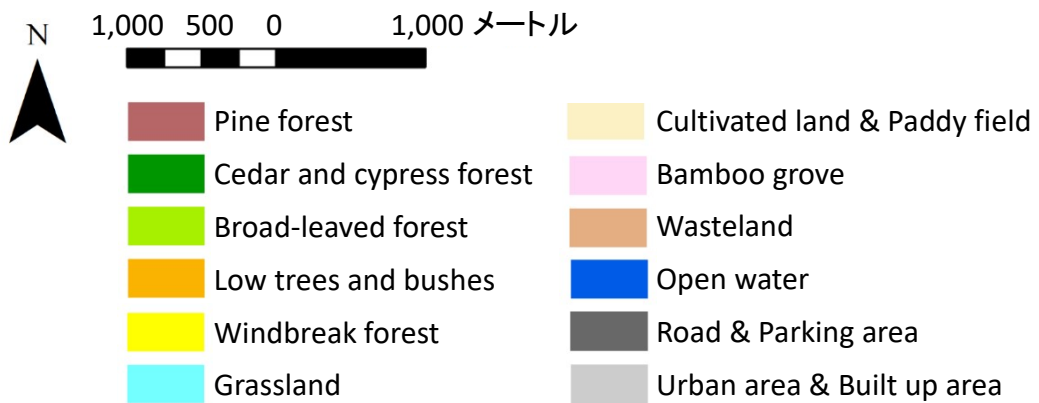
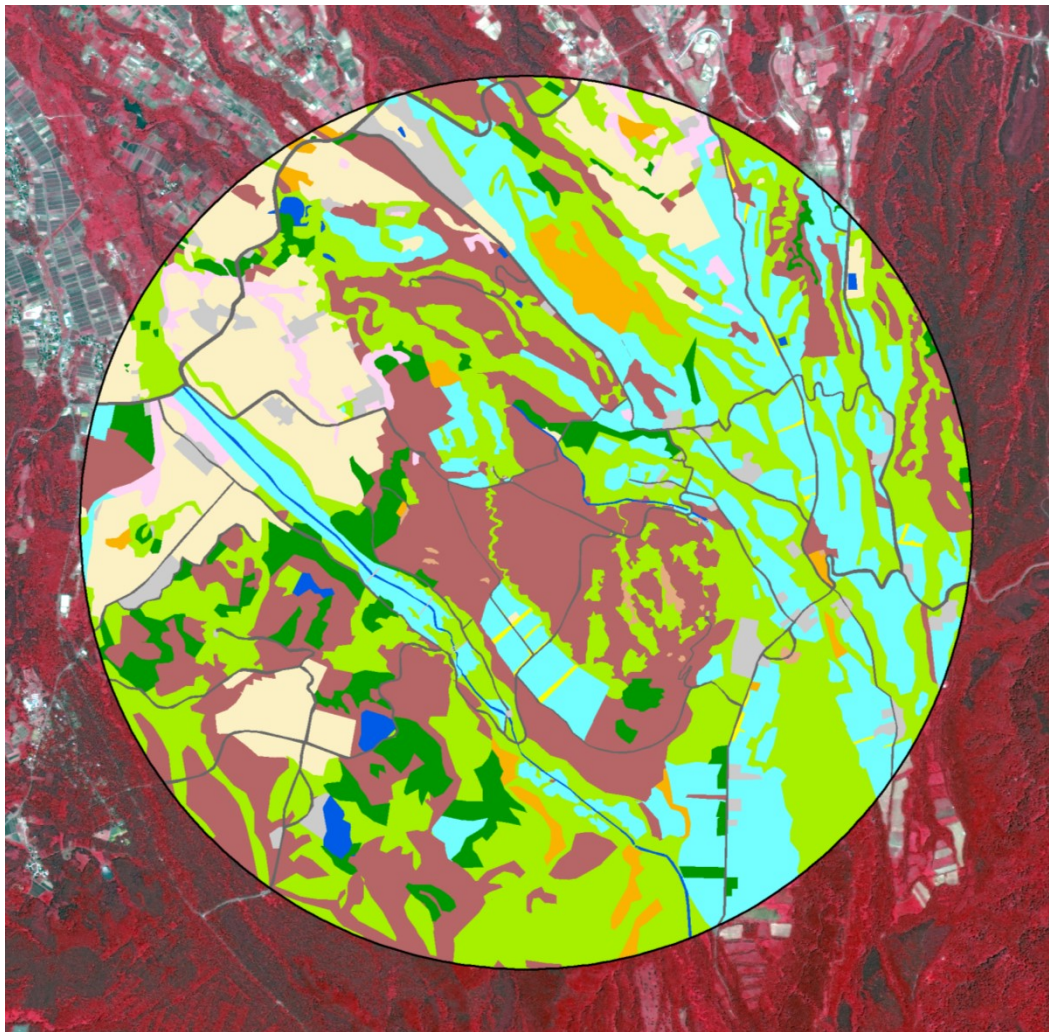


図 2-15 オオタカ推定行動圏における植生・土地被覆図（2009年）

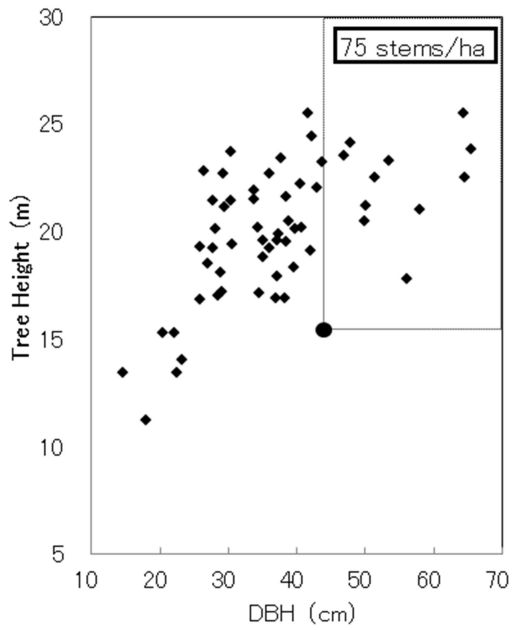
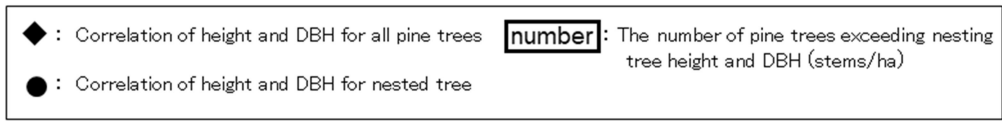
表 2-10 植生・土地被覆図の面積及び面積割合

Area name	Area (ha)	Ratio of area (%)	Area (ha)	Ratio of area (%)
Pine forest	679.74	24.04%	1691.59	59.82%
Cedar and cypress forest	159.84	5.65%		
Broad-leaved forest	852.01	30.13%		
Low trees and bushes	59.45	2.10%	1136.29	40.18%
Windbreak forest	6.83	0.24%		
Grassland	507.38	17.94%		
Cultivated land & Paddy field	332.83	11.77%		
Open water	25.82	0.91%		
Road & Parking area	74.8	2.65%		
Urban area & Built up area	76.72	2.71%		
Bamboo grove	46.88	1.66%		
Wasteland	5.58	0.20%		

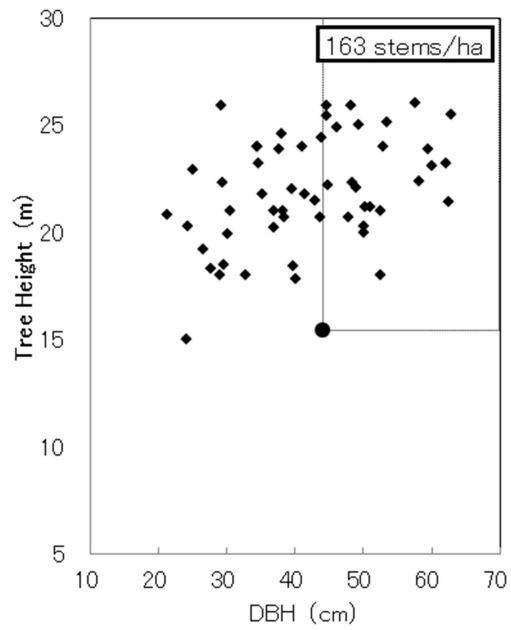


表 2-11 前橋営林局（1998）が示した採餌行動域の面積割合

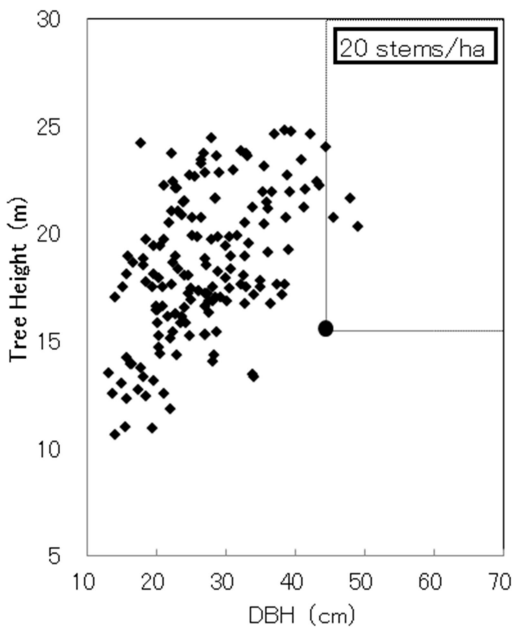
Ratio of area	Type of Forest land cover	Note
50~60%	Mature forest	Different growth stage forests should form a mosaic pattern throughout the area for foraging.
40~50%	Openland, new afforestation forest, young forest, etc.	



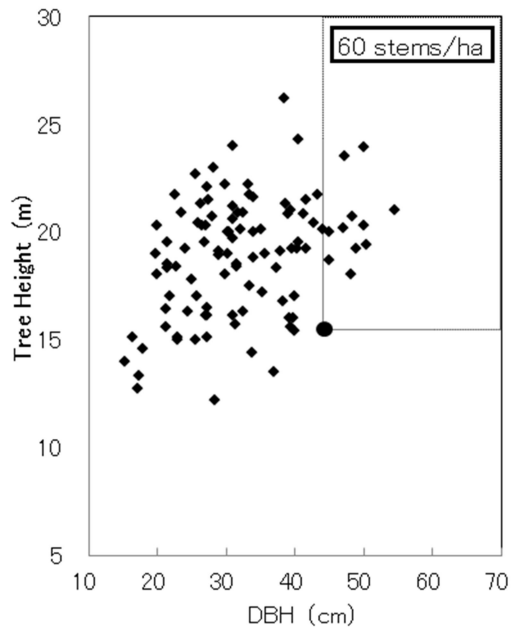
**2003 Type A**  
(20m × 20m 4plots)



**2011 Type A**  
(20m × 20m 4plots)



**2003 Type B**  
(20m × 20m 5plots)



**2011 Type B**  
(20m × 20m 5plots)

図 2-16 アカマツの胸高直径－樹高相関図

### 第 3 章 鳥取県におけるロードキル記録の事例研究

本章では、鳥取県全域を事例研究地として、ロードキル対策の基礎となるロードキル記録の現状と課題を整理し、ロードキル記録を改善するための提案を行った。

#### I はじめに

道路の整備は、経済的効果や、生活の利便性向上など、人間社会にさまざまな便益をもたらす。一方、生活環境や自然環境などに対してさまざまな負の影響をもたらしている(宇沢 1974)。自然環境に対する道路の負の影響は、大きく、生息地の消失、生息地の分断化、生息地の攪乱、及びロードキルの4つに区分されている(亀山 1997)。

ロードキル(Roadkill)とは、動物が道路上で車に轢かれることにより死傷する現象であり、広義には側溝への落下、照明灯への衝突など、道路施設に起因する動物の事故も含まれる(高速道路総合技術研究所 2016)。この問題は、世界的には生態学者である Aldo Leopold によってその影響が警告されるなど、1900年代の初めに問題性が着目された(Kroll 2015)。ロードキルによる負の影響は、自然環境では、野生生物の個体の死亡(Andrews 1990; Forman et al. 2003)や、それによる個体群への直接的な影響(Trombulak and Frissell 2000; Riley et al. 2006)、人間社会では、車両の損傷などの経済被害(寺尾ほか 2014; Sáenz-de-Santa-María and Tellería 2015)、人身事故といった交通安全への影響(高速道路総合技術研究所 2016)が挙げられる。また、ロードキルに対する一般市民への意識調査により、多くの人がロードキルは発生しないことが望ましいと考えていることが示唆された(末次・日置 2018)。以上より、ロードキルは、自然環境及び人間社会において重要な課題である。

本研究では、ロードキル情報の記録(以下、ロードキル記録)に着目した。ここで言うロードキル記録とは、ロードキルに遭った道路上の動物の死体(以下、ロードキル遺体)の記録・保管・公開・活用方法など記録に関する情報全般を指す。ロードキル記録は、ロードキル多発地点の特定や発生要因の解析(Langbein 2011; Hothorn et al. 2012)、ロードキル防止対策の提案(Seiler 2004; Grilo et al. 2009)、対策の費用便益分析への活用(Ford et al. 2011)、ロードキルによる人的及び経済的費用の算出(Sáenz-de-Santa-María and Tellería 2015)等に用いることができる。ロードキル記録から計画・提案されたオーバークロス(Seo et al. 2015)や侵入防止柵の設置・点検(河嶋

ほか 2019) など、対策が実現した事例もみられる。加えて、野生動物管理の観点では、ロードキル記録を動物の密度指標として扱う (Tatewaki and Koike 2018) ことや、哺乳類の生息状況の把握に利用することもできる (神宮ほか 2019; 神宮 2020)。このように、ロードキル記録は、ロードキル問題解決の基礎となる上に、生物情報という観点からも重要な情報だといえる。

しかしながら、ロードキル記録の基盤部分には問題が山積していることが指摘されている (寺尾ほか 2014)。寺尾ほか (2014) は、シカに着目し、既存の事故データ及びデータ管理体制に関しては、完全性、標準化、正確性、利便性の 4 つの問題点があり、問題解決のためには事故データの体系化が重要であると指摘している。これは、ロードキル記録が多量性、多様性をもつビッグデータであることにも起因する。ロードキル記録は、人間の交通事故と同様に、標本調査ではなく、悉皆調査による全ての道路種別及び動物種の全数データが望ましく、少なくとも全国で年間十数万件を超えると予想される (直轄国道と高速道路だけでも全国で年間 112,000 件。国土交通省 2019a,b)。さらに、データ活用のためには、近年国土交通省が公開した統計情報 (国土交通省 2019a,b) では不十分であり、先行研究で解析に用いられた時間情報、位置情報、動物情報 (Seiler 2004; Langbein 2011; Hothorn et al. 2012; Sáenz-de-Santa-María and Tellería 2015) が必要であるため、データ量はさらに増える。事故データの体系化の重要性は 2000 年代から欧米を中心に認識され始め (Clevenger et al. 2007; Huijser et al. 2007; Ament et al. 2008)、行政機関や研究者の間で肯定的に評価されている (Donaldson and Lafon 2008; Ament et al. 2012)。また、ロードキル記録はイギリス等で実際に活用され始めている (Langbein 2011)。しかし、日本では、以前より野呂ほか (2007) によってその重要性が指摘されてきたにも関わらず、未だに十分な体系化はされていない (寺尾ほか 2014)。立脇・小池 (2016) は、日本の主要 4 島の市区町村のうち 650 市区町村 (39.6%) にアンケート調査を実施し、日本全体の市区町村におけるロードキル収集記録の現状を把握した。その結果、ロードキル記録を残していない市区町村が 3 割以上あり、種名などの情報が欠落したケースを含めると約 60% は重要な情報 (月、場所、動物種名) が欠落していることを明らかにした。また、約半数の市区町村が、道路管理の担当でない都道府県道や国道のロードキルも収集していたなど、収集者と管理者の違いがあることも明らかとなった。これをふまえ、(1) より多くの記録を蓄積する仕組みづくり、(2) 記録項目の標準化、(3) 収集者と管理者の情報共有、以上 3 点の改善の必要性が指摘された。立脇・小池 (2016) の研究のように、ロードキル記

録の現況を具体的に把握すれば、より現実的な改善内容の提案が可能となる。

日本全国や都道府県などの大～中規模な空間スケールにおいて、全ての道路種別及び動物種について、ロードキルの傾向や発生要因などの全体像を明らかにするような研究を行うためには、全国、都道府県単位などの地域スケールにおけるビッグデータが不可欠である。また、都道府県単位でデータを体系的に集約することができれば、それを一箇所に集め、日本全体としてのロードキル記録データベースの構築が容易になると考えられる。しかし、これまで日本では、都道府県という地理的・行政単位において、その地域の全ての道路種別及び動物種に関するロードキル記録の集約状況や、その記録内容等について現状を具体的に明らかにした研究はない。

そこで本研究では、ロードキル記録の現況把握に主眼を置くこととし、鳥取県を事例研究地として県下全ての道路種別及び動物種におけるロードキル記録の現状と課題を把握した。そして、ロードキル記録の有用性を整理した上で、関係各機関が行うべきロードキル記録の改善内容や方法を提案した。加えて、ロードキル記録に問題が生じる根本的な原因と改善策について、記録システムの構築や法令等による制度上のロードキルの位置付けについて提案を行った。

## II 調査地および方法

### 1. 事例研究地

事例研究地は鳥取県とした。鳥取県は、中国地方の北東部に位置し、北は日本海に面し、南には中国地方の最高峰である大山（1,729m）をはじめとした中国山地が連なる。日本海に面した標高の低い海岸沿いの地域から、大山等の山間地域が存在する等、多様な立地環境を有している。県南西には大山隠岐国立公園、南東には山陰海岸国立公園が指定されており、山と海の自然環境が豊かな地域である。このような環境を背景に、鳥取県内には様々な生物が生息する。過去に県下における生息が記録された野生動物の種数は、陸上哺乳類18科48種、鳥類約370種、両生類7科19種、爬虫類9科21種である（鳥取県生物学会2012）。県下でロードキルに遭遇する種として想定される野生動物は、陸上哺乳類（ヌートリア等の外来種、ノイヌ、ノネコを含む）、鳥類、両生類、爬虫類、昆虫類、甲殻類である。このほか、人間により飼育されている愛護動物（イヌ、ネコ等）についても、放し飼いや脱走等によりロードキルが発生している可能性がある。

鳥取県における道路及び自動車の普及率は全国の都道府県と比べて多い。道路普及率(平

方km当たり道路延長。2018（H30）年4月1日時点）は、全国平均が631.0m/km<sup>2</sup>に対し、鳥取県は638.1m/km<sup>2</sup>であり、全国19位である（国土交通省2019c）。また、自家用乗用車の世帯あたり普及台数（自家用車台数は2018（H30）年3月31日、世帯数は2018（H30）年1月1日時点）は、全国平均が1.058台/世帯に対し、鳥取県は1.458台/世帯であり、全国15位である（自動車検査登録情報協会2018）。以上より、鳥取県全域に多種の道路が網目状に分布していることに加え、移動手段は自家用乗用車に依存しているため、それだけロードキル発生の危険性が高いと考えられる。

鳥取県における全ての動物種及び道路種別を対象としたロードキル発生件数は今まで調べられていない。先行研究では、山口ほか（2004）によって鳥取県内の国道3路線（9, 29, 53号線）のみではあるがロードキルの発生件数が明らかにされており、1年間に2.8～5.0件/kmの事故が発生していた（平成11年4月～平成16年6月の国土交通省国道維持出張所の落下物記録処理データより算出）。対して、全国における一般国道（直轄区間）における全国のロードキル発生件数は約2.74件/kmと試算される（国土交通省の道路統計年報2019に記載された全国の一般国道（指定区間）の実延長23,715.1kmと国土交通省の平成29年度各種維持管理実績 落下物処理・動物死骸処理件数（直轄国道分）のうちロードキル発生件数65,000件より算出。国土交通省2019a,d）。これらを比較すると、鳥取県におけるロードキル発生件数は全国的な件数と同等かやや多い可能性がある。

## 2. 対象道路

対象道路は、鳥取県内に位置する下記の道路とした。図3-1に鳥取県における主な道路の配置状況、表3-1に2017（H29）年4月1日現在の調査対象道路の諸元を示す。

- ①「道路法」（昭和二十七年法律第百八十号）に基づく道路：高速自動車国道（以下、高速道路）、一般国道（自動車専用道路を含む。以下、国道）、都道府県道（以下、県道）、市町村道
- ②「土地改良法」（昭和二十四年法律第百九十五号）に基づく道路：農業用道路（以下、農道）
- ③「森林法」（昭和二十六年法律第二百四十九号）に基づく道路：林道

### 3. 調査対象者及び調査方法

表 3-2 に調査対象者，表 3-3 にロードキル記録に関する聴き取り調査項目を示す。

調査対象者は，動物が生存していた場合に運び込まれる県の傷病鳥獣保護窓口（4 部署），動物が死亡していた場合にロードキル遺体を回収する道路管理者等（44 部署）及び博物館（鳥取県立博物館），交通事故が発生した場合に通報が入る警察（鳥取県警察本部）とした（表 3-2）。

調査は，2018 年 1 月から 2019 年 8 月にかけて，電話，メール，直接訪問による聴き取りにより行った。聴き取り調査では，ロードキルに関する記録の有無とその理由を確認し，ロードキル記録が保管されている場合は，表 3-3 に示す聴き取り調査項目について確認を行った。加えて，表 3-3 の 4. 記録データの借用の可否について，ロードキル記録データ又は報告書等のロードキル記録が記載された資料（以下，記録資料）の借用が可能な場合は，借用可能なデータの内容について確認した上で，借用した。

### 4. データ整理方法

初めに，聴き取り調査により得られた情報を組み合わせ，事例研究地である鳥取県のロードキル発生後に行われる主な措置の流れを整理した（図 3-2）。具体的には，ロードキルが発生した後，動物が生存していた場合の流れについては県の傷病鳥獣保護窓口，動物が死亡していた場合の流れについては道路管理者等及び博物館からの聴き取り調査結果から整理した。また，物損・人身事故として警察に通報された場合は，動物の生存・死亡に関わらないため，この場合の流れについては，警察への聴き取り調査結果から整理した。

次に，ロードキル記録の有無とその理由について聴き取り調査結果を整理した（表 3-4）。記録の有無の理由については，法令上，あるいは各主体の方針におけるロードキルの位置付けを「制度上のロードキルの位置付け」とし，このような位置付けに関する情報について整理した。そして，聴き取り時に調査対象者から示された根拠となる情報（法令等）や参考となる情報（交通事故の統計データ等）については，別途法令やデータを確認した。加えて，ロードキル記録を重要視しているかを「ロードキル記録の扱い」とし，ロードキル遺体以外の記録との扱いに差があるかどうかを確認した。

ロードキル記録が残されていた道路管理者等については，表 3-3 における聴き取り調査の結果について整理し，一覧表にまとめた（表 3-5）。借用した記録資料を確認し，記録内容（図 3-3），記録されていた動物種名（表 3-6）を整理した。動物種名を整理する際は，

報告書に記載されていた名称を忠実に再現した。また、写真の記録内容（図 3-4）及び記録されていた位置情報（図 3-5）についても確認し、整理した。

### Ⅲ 結果

以下の記述は、とくに、断らない限り、調査対象者による聴き取りで明らかになったことである。

#### 1. ロードキル発生後に行われる主な措置の流れ

聴き取り調査の結果をまとめると、鳥取県におけるロードキル発生後に行われる主な措置の流れは図 3-2 のようであった。

車輻に轢かれた動物は、生存している場合は、発見者から県の傷病鳥獣保護窓口につながり、救護が行われることがわかった。動物が死亡している場合、ロードキル遺体の回収者は、道路管理者等あるいは博物館であった。道路管理者等は、道路種別により異なり、ロードキル遺体の回収担当部署も異なった。高速道路、国道、県道は、道路管理者自身または道路管理者等から委託を受けた委託業者であった。市町村道は、道路管理に関わる部署（20 課）のほか、環境に関わる部署（5 課）及び住民に関わる部署（6 課）であった。農林道については、各自治体のロードキル遺体の回収担当部署のほか、地元住民に管理が委託されているところや、農業に関わる部署（1 課）が担当する自治体もあることがわかった。このことから、道路管理者、道路管理者から委託を受けた委託業者、一部の市町村道はロードキル遺体を回収する担当課、環境や住民に関わる課など様々であったため、総じて道路管理者等と呼ぶこととした。ロードキル遺体が道路管理者等あるいは博物館に回収されなかった場合は、一般市民による廃棄・持ち帰り等、放置、他動物による捕食などが考えられた。

また、「道路交通法」（昭和三十五年法律第百五号）第二条第一項第一号に規定される道路において、車両等及び列車によって起こされた交通事故（人身事故並びに物損事故）については、警察に通報しなければならない。通報後、警察により事故調書が取られるとともに、警察から道路管理者等へロードキル遺体の回収依頼の連絡が行われることがわかった。



## 2. 制度上のロードキルの位置付け，ロードキル記録の扱い及び記録の有無

表 3-4 に各調査対象者のロードキルの位置付け及び記録の有無の一覧を示す。

### (1) 道路管理者等

道路管理者は，道路を常時良好な状態に保つように維持し，修繕し，もって一般交通に支障を及ぼさないように努めなければならないとされている(道路法 第四節 第四十二条)。そのため，ロードキル遺体は，一般交通に支障を及ぼす物として，他の落下物等と同じく，道路維持管理の一環として処理されることがわかった。落下物として処理される物体が動物かどうかは，高速道路以外では重要視されていなかった。

ロードキル情報は，高速道路，国道，県道では記録が保管されていた。しかし，市町村道については，鳥取県内の 19 自治体のうち，9 自治体(約 40%)しか記録が保管されていなかった。また，農道，林道については記録されていなかった。

### (2) 警察

交通事故は，車両単独事故，人対車両事故，車両相互事故の 3 種類に分類される。このうちロードキルは，通常は車両単独事故，他の自動車等と衝突した場合は車両相互事故に分類されていた。

交通事故のデータは，「道路の交通に関する統計」として，政府統計の総合窓口(e-Stat)において公開されている(警察庁交通企画課 2019)。しかし，統計データを取るためのコードに事故に動物が関わったかというコード自体が設定されておらず，ロードキルに関するデータはなかった。そのため，動物が関わった交通事故件数は，統計データとして整理されておらず，鳥取県はおろか，全国的に不明であるという回答であった。また，本来なら交通事故が発生すれば，警察に通報すべきであるが，保険又は人命が関わるような大きな被害の場合のみ通報されるとの回答も得られた。

動物種，発生年月日，位置情報などの交通事故の詳細は，事故調書に記録されているが，動物が関わったかどうかにより整理されていないため，全ての事故調書から対象を探すという膨大な労力と時間がかかること，またこれらの情報は個人情報保護のため，開示されないとの回答であった。

以上より，警察では，交通事故に動物が関わったかどうかという要素は重要視されていないことが明らかとなった。

### (3) 県の傷病鳥獣保護窓口

県の傷病鳥獣保護窓口では、自然界にはない人や生活環境との関わり（交通事故、窓ガラスへの衝突など）によって負傷した野生鳥獣を、傷病鳥獣として救護している。どのような負傷原因でも同じ扱いであり、ロードキル情報の記録を取ることを目的としているわけではないことがわかった。また、傷病鳥獣には、保護対象外の鳥獣も存在することが分かった。保護対象外の鳥獣は、カラス、イノシシ等の予察駆除対象鳥獣、ソウシチョウ、ヌートリア等の特定外来生物、野鳥のヒナ（原則、巣へ返すように指導）、イヌ、ネコ等のペット（同課の動物愛護担当から保健所へ）であった。

4 部署のうち、記録を残していたのは1 部署のみ（西部総合事務所生活環境局生活安全課）であった。ここでは、傷病鳥獣の発見状況、位置情報などを聴き取り、記録していた。記録を残していない3 箇所は、そもそもその傷病鳥獣が運び込まれた際に、どこで拾われたのか等の聴き取りをしていなかった。

このことから、県の傷病鳥獣保護窓口においても、ロードキルという要素は重要視されていないことが明らかとなった。

### (4) 博物館

鳥取県立博物館では、博物館に運ばれてきた、または市民からの通報で回収したロードキル遺体は、はく製用として冷凍庫に保管されていた。はく製になる段階で、標本台帳にはく製としての記録はとられるが、ロードキルとしての記録は行っていないとの回答であった。

このことから、博物館においても、ロードキルという要素は重要視されていないことが明らかとなった。

## 3. ロードキル記録の項目及び内容

表 3-5 に道路事業者等によるロードキル記録内容の一覧、図 3-3 に道路種別によるロードキルの記録例を示す。表 3-5 は、ロードキル記録内容の聴き取り調査結果について、1. ロードキル遺体に関する記録項目、2. 記録の保管に関する項目、3. 記録の活用に関する項目、4. 記録データの借用の可否の4 項目に分けて整理した。図 3-3 は、道路種別・道路管理者等より借用した記録資料の具体的な例を示す。

以下、特に断らない限り、ロードキル情報が記録・保管されていた道路管理者等の記録について示す。

## (1) ロードキル遺体に関する記録項目

表 3-5 の 1.ロードキル遺体に関する記録項目について、データの精度と統一性という視点で、1) 動物情報及び写真による記録状況、2) 位置情報、3) 時間情報、に分けて整理した。

### 1) 動物情報及び写真による記録状況

表 3-6 に動物種の記録名の一覧、図 3-4 に写真の記録例を示す。

動物種の記録名は、①通称される種名（タヌキ、キツネなど）、②通称される分類名（鳥類、魚類など）、③動物の体サイズによる記録（その他動物（大）、小動物など）、④不明、⑤種名未記録（動物処理など）、以上 5 種類が確認された（表 3-6）。ニホンアナグマ (*Meles anakuma*) は「ムジナ」と地方名で書かれていることがあった。チョウセンイタチ (*Mustela sibirica*)、ニホンイタチ (*Mustela itatsi*) 等の種同定は行われていなかった。

いずれの道路管理者等も、性別、大きさ（全長、頭胴長、尾長などの体サイズを示す計測記録）、重さ、年齢、幼獣・亜成獣・成獣の別などは記録していなかった。

記録写真については以下のものであった。高速道路、国道、県道については写真による記録が行われていたが、市町村道は写真の記録を行っていなかった。また、写真記録の借用が可能であった 2 者（鳥取県八頭県土整備事務所及び西部総合事務所）は、道路維持管理を業者に委託しており、委託業者が報告書の中で写真票を整理していた。写真票の様式や記録内容は、委託業者により異なっていた。写真の内容を確認した結果、一覧表や写真中の看板に記載されている動物種名と、写真に写っている実際の動物が異なるケースが見られた。例えば、タヌキと書かれているのに写真上の動物はニホンアナグマ、イタチと書かれているのにホンドテンであった（図 3-4 記録例(5),(6)）。八頭県土整備事務所から借用した写真のうち 35 枚について誤同定率を確認したところ、40.0%（14/35 枚）であり、同定精度は必ずしも高くはない可能性が示唆された（確認対象はタヌキ、アナグマ、ハクビシンと記録されていた又はこの 3 種が撮影されていた写真）。また、撮影の角度や遠さ、袋に入れられて動物の姿が確認できない等、種名が合っているか確認が困難な写真もみられた（図 3-4 記録例(3),(4)）。記録された写真には首輪のついたイヌやネコもあり、ペットがロードキルに遭ったことが示唆された（図 3-4 記録例(7),(8)）。

### 2) 位置情報

図 3-5 に位置情報の記録状況の概要図を示す。

高速道路，国道（国交省管理）は，ロードキル遺体が回収された道路名及び道路標番号（キロポスト）が記録されていた。道路標番号（キロポスト）は，道路の起点から終点にかけて，100m 毎に設定されている。県道，国道（県管理）では，基本的には道路名及び住所（町名または大字・字）が記録されていた。道路維持管理業務の委託業者が行っている場合は，委託業者により記録形態がさまざまであり，道路名及び住所（町名または大字・字），住所が番地まで記録されているものや，地図上で特定の位置が記録されているものもあった。市町村道は，ロードキル記録を保管していた9自治体のうち，住所を番地まで記録していたのは1自治体（11%），路線名及び住所（町名または大字・字）を記録していたのは5自治体（56%）であり，3自治体（33%）は位置情報を記録していなかった。

いずれの道路管理者等も，GPS等の位置情報測位システムによる計測は行っていなかった。

### 3) 時間情報

ロードキル遺体の回収年月日は，高速道路，国道，県道では，記録されていた。市町村道は，記録を保管していた9自治体のうち，6自治体（67%）では発生年月日が記録されていたが，3自治体（33%）では1ヶ月毎の統計値の記録が残されていた。回収時刻・時間帯は，国道（国交省管理）の一部区間のみで昼間・夜間の別が記録されていたが，その他では記録されていなかった。通報時間帯は，いずれの道路でも記録されていなかった。

#### (2) 記録の保管に関する項目

##### 1) 記録の保管方法

表3-5の2.記録の保管に関する項目(1)記録の保管方法の結果について示す。ロードキル情報の記録媒体は，紙媒体，電子媒体の2種類であった。道路種別ごとの記録媒体は以下に示すとおりである。県が管理する道路は紙媒体のみで保管されていた。理由は，道路維持管理業務の委託業者により電子納品が行われていなかったためである。また，国道（国交省管理）では電子媒体で記録されていたにも関わらず，部署によってはデータは紙媒体で貸与された。

- －高速道路，国道（国交省管理）：電子媒体
- －県道，国道（県管理）：紙媒体
- －市町村道：紙媒体または電子媒体

また、ロードキル情報の一覧表は、統一された様式ではなく、其々の道路管理者等により異なっていた。同じ道路管理者等でも、部署が異なると様式も異なった。動物種の記録名は、高速道路では、「たぬき」「きつね」「しか」「いのしし」「いぬ・ねこ」「鳥類」「その他動物(大)」「その他動物(小)」という8分類で記録されていた(表3-7)。国道、県道、市町村道は、記録名が統一されておらず、3.(1)1)動物情報及び写真による記録情報に記した①～⑤の動物種の記録名が混在していた(表3-6)。

以上より、保管方法(記録媒体、記録様式)の点において、データの操作性が悪いことが明らかとなった。

## 2) 記録保管年数

表3-5の2.記録の保管に関する項目(2)記録の保管年数に関する調査結果を示す。国道(国管理)におけるロードキル遺体を含む道路上落下物の記録は、国土交通省の行政文書管理規則(国土交通省訓令第二十五号)「道路の管理・巡回」の「道路巡回日誌」に該当し、保管年数は3年間であった。

国道(県管理)及び県道は、「鳥取県文書の管理に関する規程」(鳥取県訓令第二号)において対象項目はない。しかし、道路パトロール記録として保管されていれば「その他の文書」として5年、道路維持工事の契約のなかで処分された場合は工事資料として10年保管されることが明らかとなった。

市町村道は、道路上落下物として記録している場合は、自治体により保管年数が異なる(表3-5)ほか、データで管理しており保存期限による紙文書の廃棄等を行っていない自治体があった。

市町村道には、特殊勤務手当での実績としてロードキル記録を管理していた自治体があった(鳥取市、八頭町)。ただし、鳥取市は、旧町行政区によりロードキル記録の把握方法が異なり、国府町のみが特殊勤務手当により把握していた。自治体の特殊勤務手当の種類等は、条例で定められている(鳥取市 2004; 八頭町 2005a)。鳥取市でロードキル記録に係る条文は、第九条(動物死体処理手当)が該当する(鳥取市 2004)。八頭町でロードキル記録に係る条文は、第十三条(犬、猫等死がい処理作業従事職員の特殊勤務手当)が該当する(八頭町 2005a)。特殊勤務手当では、職員がイヌ、ネコ等の死がい処理作業に従事したときに支給される手当であった。特殊勤務手当に関する文書の保管年数は各市町の文書規程に定められており5年であった(鳥取市 1990; 八頭町 2005b)。

また、この記録は、給与算出を担当する総務課が管理していた。

高速道路は回答を得られなかった。

### (3) 記録の活用に関する項目

表 3-5 の 3.記録の活用に関する項目について示す。高速道路において道路管理者に問い合わせた結果、ロードキルの発生状況を参考に優先度の高い箇所から動物侵入対策工事が行われているとの回答を得た。

またこの他に、参考として、鳥取県以外での取り組みとして、(株) 高速道路総合技術研究所 緑化技術センターにおける研究（築瀬 2017）について紹介された。(株) 高速道路総合技術研究所 緑化技術センターでは、鳥取県という 1 つの地域ではなく、全国的な視野を持って、ロードキルの傾向の把握や、対策に関する研究が行われているという回答であった。

国道、県道、市町村道においては、ロードキル記録は動物との衝突事故防止策などロードキル対策へ活用されていなかった。山口ほか (2004) により県内の国道 3 路線 (9, 29, 53 号線) のロードキル発生傾向について研究されていたが、その結果は対策等に反映されていなかった。

### (4) 記録データの借用の可否

表 3-5 の 4. 記録データの借用の可否の結果について示す。鳥取県内のロードキル記録は、いずれの道路についても、ホームページ等による積極的な情報開示は行われていなかった。

ロードキル記録資料は、いずれの道路についても借用可能であった。その際、道路管理者等によっては、正式な開示請求文書の提出が必要であった。ただし、鳥取県の道路のロードキル記録を一括で管理している機関・部署はなく、全ての道路管理者等 (44 部署) に個別に依頼する必要があった。

高速道路、国道、県道については、5 年間 (2013～2017 年度) のロードキル記録が借用可能であった。なお、国道、県道における記録の一部は紛失がみられた。市町村道についても記録の借用は可能であった。

借用可能な記録内容は、ロードキル遺体の動物種名、個体数、時間情報、位置情報であった。写真による記録は、鳥取県八頭県土整備事務所及び西部総合事務所の 2 者については借用であったが、その他はデータ量が膨大などの理由から借用できなかった。

## IV 考察

### 1. 鳥取県における現状のロードキル記録の有用性と改善策の提案

表3-7に鳥取県と先行研究の記録項目の比較、表3-8にロードキル記録の改善案を示す。鳥取県における現状のロードキル記録について、先行研究と比較することで、その有用性と今後の課題について考察し、改善策を提案する。

#### (1) ロードキル記録の有無

鳥取県の高速道路、国道、県道の道路管理者等は、ロードキル記録を保管していた。しかし、市町村道の道路管理者等は、県内全体の約40%（9/19市町村）しか記録が残されていなかった。これは、立脇・小池（2016）による日本全国の市区町村のロードキル記録に関する研究の記録率68.6%（345/503市区町村）よりも低い。国道や県道においては、一部の記録が紛失していた。また、鳥取県の警察、傷病鳥獣保護窓口、博物館では、ロードキルに関する記録が取られていないか、記録が取られていても、体系的なデータ整理は行われていなかった。このことから、鳥取県では、そもそも記録が無い機関・部署が存在し、利用できるロードキル記録が限定的であることが明らかとなった。

海外では、警察、傷病鳥獣救護団体、道路庁等の政府機関等により記録・管理されたロードキル記録を用いて、ロードキル多発地点の特定や地理的分布や年変化の把握、発生要因の解析、侵入防止柵の経済的費用の評価、防止対策の提案等が行われていた（Seiler 2004；Langbein 2007；Langbein 2011；Hothorn et al. 2012；Sáenz-de-Santa-María and Tellería 2015）。北海道では、北海道警察本部の記録を利用して、「エゾ鹿衝突事故マップ」の作成・配布や、エゾシカが関係する交通事故の発生件数、年変化及び季節変化、時間帯別・道路種別・鹿の進行方向別・天候別の発生状況が整理されていた（国土交通省 北海道開発局 2019；北海道警察本部 2019）。また、ロードキル記録が生物情報として利用された事例もある（Tatewaki and Koike 2018；神宮ほか 2019；神宮 2020）。生物情報として利用できるならば、農林水産省生物多様性戦略（農林水産省 2012）に示されるような生物多様性の保全や鳥獣被害の対策などにロードキル記録を活用できる可能性がある。

以上より、道路管理者等だけではなく、その他の組織（警察、傷病鳥獣保護窓口、博物館）もロードキルの記録・管理を行うことが望ましい。また、農道や林道についても、とくに大規模林農道・林道ではロードキル記録を取ることが望ましい。

## (2) ロードキル記録の項目及び内容

### 1) ロードキル遺体に関する記録項目

#### ①動物情報及び写真による記録状況

鳥取県では動物種名が記録されていた。動物種名は、①通称される種名、②通称される分類名、③動物の体サイズによる記録、④不明、⑤種名未記録、以上5種類が確認された(表3-7)。このように、動物種名の一部は、分類名や体サイズによる記録などグループで記録されていた。動物種のグループ名で記録されたデータも研究に利用されていた(Hothorn et al. 2012; 河島・岩川 2018; 山内・宮城 2018; 河嶋ほか 2019)ため、現状の記録も活用することは可能である。しかしながら、多くの先行研究では動物種名による記録が利用されていた(表3-7)。また、年齢や性別も記録・利用されていた(Ford et al. 2011; Grilo et al. 2009; Langbein 2007; Langbein 2011)。ポルトガル南部における中小肉食動物のロードキルの研究では、種や年齢によりロードキル発生傾向が異なることが示唆された(Grilo et al. 2009)。このように、動物種や年齢等によりロードキル発生傾向が異なるため、よりよい記録の活用を目指すならば、動物種名をグループや分類でまとめず記録すべきである。そして、可能ならば、年齢などの情報も記録することが望ましい。実際の現場では、全てのロードキル遺体の年齢を特定することは困難であるため、代わりに成獣・亜成獣・幼獣の別を記録する方法が考えられる。大きさ(全長、頭胴長、尾長などの体サイズを示す計測記録)、重さを用いた先行研究はみられなかったが、記録の利用目的など必要に応じて記録することが望ましい。

また、動物種名の誤同定の問題が懸念された(図3-4)。誤同定の問題は先行研究でも指摘されており(Saeki and Macdonald 2004; 神宮ほか 2019; 神宮 2020)、神宮ほか(2019)はつくば市により記録された写真を用いて全て再同定を行っていた。しかし、事例研究地では、写真の借用が可能であったのは一部の機関・部署であり、その写真の内容にも問題があった(図3-4)ため、改善が望ましい。種の同定が可能な写真を記録・保管することを必須とする。そして、専門家や研究者、技術者(大学等の研究機関、建設・環境コンサルタント等)に写真票が提供され、同定が行われるシステムが考えられる。

しかしながら、このような動物種名の誤同定の問題を直ぐに改善するのは困難であり、データの蓄積に時間がかかる。ロードキルの改善が急がれる場合には、誤同定を内包した記録を利用する必要性が生じる可能性がある。そのような場合は、誤同定が確認された種をまとめる方法も考えられる(例:タヌキ・アナグマ、イタチ・テン)。しかし、種をまとめ



ることで、解析結果に影響を及ぼす可能性があることに留意する必要がある。例えば、誤同定が確認されたタヌキとアナグマ、イタチとテンは行動特性や生活史が異なるため、ロードキル発生傾向や要因が異なる可能性がある。

## ②位置情報

鳥取県で記録されていた位置情報は、道路名及び道路標番号（100m 単位）、住所（町名または大字・字、一部番地）がほとんどであり、一部は地図上で特定の位置が記録されていた。また、位置情報を記録していない道路管理者等もあった。いずれの道路管理者等も、GPS 等の位置情報測位システムによる計測は行っていなかった。

先行研究では、GPS 等による詳細な位置情報を利用した研究が多い（表 3-7）。しかし、精度 65m の位置情報測位システム（Ford et al. 2011）や道路標番号（100m 単位）を用いた先行研究（Saeki and Macdonald 2004；山口ほか 2004）もあるため、100m 前後の誤差精度なら研究に利用可能と考えられる。そのため、詳しい位置情報を記録することが最も望ましいが、難しければ 100m 単位の記録とする。

km 単位（Hothorn et al. 2012）や市区町村単位（Tatewaki and Koike 2018）などスケールの大きな位置情報は、全国規模の研究に利用されていた。そのため、過去に記録された位置情報のスケールが大きくとも、全国など研究対象の規模が大きな場合は利用できる可能性があるため保管しておき、今後の記録では出来る限り詳しい位置情報を記録することが望ましい。

改善策として、GPS 等の位置情報測位システム機能付きカメラ、スマートフォンなどで写真を撮影する方法が考えられる。この方法なら、位置情報に加え、動物種名を同定するための写真も取得することが可能である。

## ③時間情報

鳥取県で記録されていた時間情報は、ロードキル遺体の回収年月日がほとんどであり、時刻は高速道路会社のみ、時間帯（昼夜）は国土交通省の一部の記録のみであった。記録された時刻を用いた先行研究では、時間帯によりロードキル発生傾向が異なることが明らかになっており（Langbein 2007；北海道警察本部 2019）、鳥取県でも時刻の記録は重要だと考えられる。加えて、先行研究で記録・利用されていたのは、鳥取県と同じロードキル遺体の回収年月日・時刻のほか、事故発生時、ロードキル発生通報時、ロードキル調査

時の年月日・時刻であった（表 3-7）。ロードキル遺体の回収日時は、実際にロードキルが発生した瞬間と異なる。より正確な情報を記録するためには、道路管理者等は通報日時、警察は事故発生日時を記録・保管することが望ましい。

また、鳥取県の道路管理者等の一部は月毎の統計値のみ記録・保管していた（図 3-3）。先行研究では、年・月の統計値を用いて、ロードキル発生件数の年変化の把握（Seiler 2004）、個体数密度の推定（Tatewaki and Koike 2018）が行われた事例がみられ、月毎の統計値も利用可能と考えられる。そのため、過去に記録された統計値も保管しておき、今後の記録では基本的に年月日・時刻を記録し、後で統計値を算出することが望ましい。

## 2) 記録の保管に関する項目

### ①記録の保管方法

鳥取県では、ロードキル情報の記録様式は統一されていない上、紙媒体で保管されていた記録もあった。そのため、データを利用するには、多大な時間と労力を要するなど、記録データの操作性が低いという課題が挙げられる。操作性を向上させるためには、先行研究のように、報告様式が決められていること、選択肢がプルダウン式など決められていること、データは電子媒体で入手可能であることが望ましい（Shilling and Waetjen 2015 ; California Roadkill Observation System HP ; Maine Audubon Wildlife Road Watch HP）。また、電子媒体なら保管場所が少なく廃棄の手間もないため、長期間のデータ保管が容易である。位置情報は GIS 情報での格納が望ましい。

### ②記録保管年数

鳥取県では、ロードキル情報の記録保管年数が道路管理者等により異なった。特に市町村道では、1～2年分しか記録を残していない自治体があるなど、データ保管年数の差異が著しかった。Muniategui and Tellería（2015）のように、世界的に複数年にわたるデータを用いた研究が多く行われているほか、ロードキル発生件数は年変動すること示唆されている（Seiler 2004 ; Langbein 2007 ; Langbein 2011）。そのため、今後は、可能な限り長期間にわたり記録を保管することが望ましい。電子媒体ならば長期間のデータ保管が容易となる。

### 3) 記録の活用に関する項目

鳥取県のロードキル記録は、高速道路においては対策の計画に利用されていたが、その他の道路ではほとんど利用されていなかった。「1. 鳥取県における現状のロードキル記録の有用性と改善策の提案 (1) ロードキル記録の有無」の項で前述したように、ロードキル記録は世界的に様々な方法で活用されていた。また、高速道路では、ロードキル発生件数が横ばい～微増傾向が続いていることを受け、立入防止柵の突破可否実験やネットによるガードレール下部閉塞という新規対策の計画・施工が行われた（築瀬 2017）など、継続したロードキル記録が対策の再検証のきっかけとなった事例もみられる。このように、今後は、高速道路だけではなく、その他の道路においても、ロードキル記録を活用することが望ましい。

### 4) 記録データの借用の可否

鳥取県では、記録がホームページなどで積極的に情報開示されていなかった。道路管理者等に記録資料の借用を依頼すれば、記録資料の借用は可能である。しかし、鳥取県にはロードキル記録が一括して保管される体制は存在せず、データの開示も行われていないため、全ての機関・部署に個別に問い合わせる必要があるなど、データの収集が困難であった。このようなデータの体系化及び管理体制の課題は日本内外で指摘されており（寺尾ほか 2014；Vanlaar et al. 2012）、改善が望ましい。データの体系化及び公開性が向上されれば、研究や対策等への活用、ロードキルに対する啓発・注意喚起の促進等に資すると考えられる。

#### (3) 各機関にとってのロードキルを記録することの必要性と負担、それを踏まえた記録フォーマットの提案

表 3-9 に各機関にとってのロードキルを記録することの必要性と負担の一覧、表 3-10 に各機関の負担を考慮した記録フォーマット案を示す。前述したロードキル記録の改善策を実現するために、各機関や動物種によるロードキル記録の必要性と、各機関の負担について明らかにし、必要性と負担を鑑みた記録フォーマットを提案した。

#### 1) 各機関にとっての必要性

道路行政（道路管理者等）及び交通行政（警察等）にとってロードキル記録は、道路維持管理、交通安全の確保及び車両事故の防止・軽減の観点で重要である。

自然環境行政（傷病鳥獣担当部署、環境部署等）にとっては、希少種及び普通種の保全、

有害鳥獣及び外来種の管理という観点で重要である。また、ロードキル記録は動物種の生息・分布を把握する貴重な情報であるため、生物情報としても重要である。

農林業に関わる農林業行政（農林業担当部署等）については、農林水産省生物多様性戦略（農林水産省 2012）に示されるような農林業に係る生物多様性の保全や鳥獣被害の対策などにロードキル記録を活用できる等の利点がある。

動物愛護（ペット）に携わる動物愛護行政（動物愛護担当部署、環境部署等）については、記録照会により、飼育者がペットの遺体を回収することが可能になる等の利点がある。

## 2) 各機関にとっての負担

いずれの機関についても、現状よりも詳細に又は新たにロードキルを記録することは、予算面や人員確保の面で負担が生じる可能性がある。また、ロードキル遺体は腐敗が生じるなど現場の感覚として近付きたくないという心理的な負担も考えられる。

各機関にとってのロードキル記録の必要性は前述のとおりであるが、法整備等によって予算が新たに確保されたり、上位機関（政府の省庁等）からの通達によって指示があるなど具体的な動きがなければ、現実的には実現するのは困難かもしれない。また、どの機関も同じ労力・精度でロードキル記録を行うことは難しいと考えられる。

しかし、ロードキル記録を生かすことが必要な事業もある。例えば、道路の維持管理、交通安全、自然環境保全基礎調査など野生動物の分布や個体数の変動の把握等である。記録の優先性の高い道路行政では、道路管理者等が適切な記録を行うことが事業改善に影響するため、本研究で提案するロードキル記録方法を採用することが望ましい。

## 3) 記録フォーマットの提案

表 3-8 に示したロードキル記録の改善案と、前述した各機関の必要性及び負担をふまえて、記録フォーマット案を作成した（表 3-10）。記録フォーマットは、①必ず記録することが望ましい項目、及び、②より良い活用を目指し、可能なら記録することが望ましい項目、に分けた。現時点では①を行い、予算・人員が確保できる場合は順次②も記録するなど、必要性和負担を鑑み、記録項目を設定することが考えられる。各機関で①だけでも記録されるなら、現在よりも質の高いデータを蓄積することが可能となる。記録フォーマット案の電子データ（Microsoft Excel）は、次の URL よりダウンロードすることができる < <https://drive.google.com/open?id=1zD2glo7aJz7-K9rE976aj1n0iRZZ1Nlh> >。

## 2. ロードキル記録に問題が生じる根本的な原因と改善案

### (1) ロードキル記録システム構築の提案

図 3-6 にロードキル記録システム案を示す。前述したロードキル遺体に関する記録項目（動物情報及び写真による記録状況，位置情報，時間情報），記録の保管（記録の保管方法・年数）・活用・体系化及び公開性について改善するためには，ロードキル記録の内容や記録様式の改善（表 3-8，表 3-10）に加え，ロードキル記録システムの構築が必要である。ここで言うロードキル記録システムとは，ロードキル関係機関・部署におけるロードキルの記録・保管・公開・活用などの体系を指す。

ロードキル記録は，最低限ロードキルの解析に耐えうるような，記録・管理が成されるべきである。そのため，ロードキル記録システムでは，ロードキル記録の活用を目指した科学的体制が望まれる。科学的体制とは，客観的なデータとその解析に基づいて対策を実行し，その結果をモニタリングし，フィードバックするという PDCA サイクルが成立している体制である。海外や国内の他地域におけるロードキル記録を参考に，ロードキル記録を活かす専門家・研究者・技術者が協力する，関係者の役割を明確にした具体的な体制の構築が望ましい。このような体制構築の必要性は，寺尾ほか（2014）や立脇（2016）も指摘している。

ロードキルに関わる機関・部署が多岐にわたることが，ロードキル問題の解決を困難にしている。ロードキルには，道路行政，交通行政，自然環境行政，農林業行政，動物愛護（ペット）に携わる動物愛護行政など複数の分野・部署が関わっているため，ロードキルに関わる機関・部署間の協力と役割分担を行い，データを共有することが重要だと考えられる。

具体的な体制として，専門家や研究者，技術者等（大学等の研究機関，建設・環境コンサルタント等）が記録フォーマットを提案する。ロードキル関係機関・部署，特に道路管理者等は，統一された記録様式に記録を行い，1ヶ月ないし1年毎など定期的にデータを提供する。専門家や研究者，技術者等は，そのデータを集約・解析し，その解析結果を関係機関・部署にフィードバックする。関係機関・部署はそのデータを対策や研究等に活用する。さらに対策結果を専門家や研究者，技術者等が解析・検証することで，対策や研究等をより良いものに改善できる可能性がある。ロードキル記録システムを新たに構築することが，ロードキル解決など様々な面で社会に正の影響をもたらすであろう。

なお，本改善案は事例研究地である鳥取県におけるものである。国内の他の都道府県においても，鳥取県と同様にロードキル記録に問題が生じているかどうかは，先行研究が無

いため、詳細は不明である。しかし、寺尾ほか（2014）の指摘のように、他地域でも鳥取県と同様に問題が生じている可能性が高い。そのため、他地域でロードキル記録の改善を検討する際は、本研究の改善案を参考にすることが可能であると考えられる。ただし、鳥取県には生息しないが他地域に生息するカモシカのような天然記念物は、文化財保護法（昭和二十五年法律第二百十四号）の観点から、ロードキル記録に教育委員会が関係していると考えられる。ロードキルに遭う動物の地域差をふまえ、その地域の現状に即した関係機関・部署との連携体制を構築することが望ましい。

## （2）法令による制度上のロードキルの位置付けの提案

ロードキル記録の問題が生じる根本的な原因として、法令により、制度上のロードキルの位置付けが定められていないことが考えられる。海外では、ロードキルや、交通事故に遭った動物の救護に関する法令が定められ、ロードキル記録が行われている事例がみられる。スウェーデンでは、運転手は場所・発生時間にかかわらず、有蹄類を含むあらゆる自動車事故を警察に報告する義務があり、1970年以來、SNRA（Swedish National Road Administration：スウェーデン道路管理局）はロードキル記録を全国の交通事故データベースに保存してきた（Seiler 2004）。また、スウェーデンでは、狩猟法の§26と狩猟条例の§40により、たとえ動物が明らかに損傷を受けていなくても、自動車と動物（クマ、オオカミ、カワウソ等）の衝突を警察に通報する義務が定められている。加えて、衝突の場所をマークする必要がある。衝突を報告しないと処罰され、罰金が科せられる。このように集められたロードキルの情報はWEBサイトで公開される（Swedish National Wildlife Accident Council HP）。また、アメリカのアイダホ州では、2012年春に野生生物の衝突救済ルールが施行された（Idaho Department of Fish and Game 2019）。このルールにより、自動車の衝突で殺害された一部の狩猟動物の法的救済が可能になった。このような背景もあり、アイダホ州では、アイダホ州魚類と野生生物の情報システム（Idaho Fish and Wildlife Information System HP）が構築されている。IFWISのWEBサイトでは、アイダホ州魚類狩猟局（Idaho Department of Fish and Game：IDFG）及びアイダホ交通局のロードキル記録が提供されているほか、一般市民やボランティアのロードキル観察報告を受け入れており、一般市民は交通事故に遭った動物の救済を申請することが可能である。このように、法令により交通事故に遭った動物の救護、ロードキルの報告や記録を義務化できれば、ロードキルの記録・システム化が改善・促進されるであろう。

国内において、ロードキルの制度上の位置付けが行われた事例がある。茨城県において、県内の各市町村に対し、2004（H16）年3月25日に生衛第399号「動物愛護および愛護に関する法律第十九条に基づく一部の事務の権限委譲について」の通知が行われた。この当時の第十九条は、法改正により、現行法の第三十六条である（衆議院 2005）。この通知には、道路管理者のある道路上のイヌやネコ等の動物の死体については、この法にかかわらず、障害物の除去あるいは清潔保持の観点から、道路管理者自らが収容対応することを原則とし、それを様式により動物指導センター長あてに報告するよう示されている。つくば市はこの通知に基づき、動物遺体の識別ができる様に写真撮影を行う等、記録を行っている。このように、通知により、ロードキル記録を集約する取り組みが行われた。ただし、2019年10月8日現在、動物指導センターはこの記録を集約しておらず、この通知のとおりロードキル記録を行っている市町村は不明であった。通知のような法的拘束力がない又は弱いと、作業が継続しない可能性が高い。また、「絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律」（平成四年法律第七十五号）（以下、種の保存法）により定められたツシマヤマネコ保護増殖事業計画（平成7年7月17日 環境庁・農林水産省）において、事故防止対策に関して「交通事故の防止のため、道路上での目撃情報を収集し、交通事故の多発が予想される区間については、関係機関の協力を得て、施設の改善、注意 標識の設置等の対策を講ずる。」と明記されている。環境省は、この方針に基づき、ツシマヤマネコのロードキル記録を収集・管理している。このように、法律そのものに定めがない場合でも、法律に規定される計画においてロードキル記録の必要性が示される場合もある。しかし、事業計画にロードキルが含まれるかどうかは規定が無く、計画者に依存するという課題がある。ロードキル記録システムを構築するためには、全国に適用される、拘束力のある法令に明記されることが望ましい。

表 3-11 に日本の法令へのロードキル記録の追加可能性の検討結果を示す。現状の日本においてロードキル記録を法令に組み込むならば、①道路管理及び交通安全、②野生生物保全・管理、③農林業、④動物愛護（ペット）、以上4つの観点から、「道路法」、「交通安全対策基本法」（昭和四十五年法律第百十号）、「環境影響評価法」（平成九年法律第八十一号）、「種の保存法」、「生物多様性基本法」（平成二十年法律第五十八号）、「特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律」（平成十六年法律第七十八号）、「自然環境保全法」（昭和四十七年法律第八十五号）、「鳥獣の保護及び管理並びに狩猟の適正化に関する法律」（平成十四年法律第八十八号）、「動物の愛護及び管理に関する法律」（昭和四十八年法律第

百五号) が考えられる (表 3-11)。このうち、環境影響評価法を行う際には、「道路環境影響評価の技術手法 (平成 24 年度版)」(国土技術政策総合研究所・土木研究所 2013) が一般的に参考にされる。この文献の「事例集 I 動物の生息地の分断対策」に示されるように、現状の環境保全措置の事後調査では、対象動物が移動経路を利用したか確認するのみである。今後は、ロードキル記録を用いて、環境保全措置によりロードキルが防止できているかという評価も行われるように手法や事例を明記すべきである。また、自然環境保全法第四条に定められる基礎調査 (自然環境保全基礎調査、通称「緑の国勢調査」) については、2019 年 1 月 28 日に召集された第 198 国会 (常会) から法律改正の審議が始まった。これを受け日本哺乳類学会 2019 年大会の自由集会 (塚田ほか 2019) において、タヌキ・キツネ・アナグマの分布調査へのロードキル情報の活用可能性について議論されたなど、ロードキル記録の有用性は認識されつつある。

地方自治体レベルでの取り組みとしては、地方自治体が定める条例に組み込むという案も考えられる。どの法令に組み込むのか、その他の方策があるか等は今後の課題である。

### 3. ロードキル記録の新たな局面 (市民科学) への期待と懸念

ロードキル記録の改善が困難な課題も残される。1 点目は、パトロール頻度についてである。例えば、国が管理する道路については、交通量に応じて道路管理者のパトロール頻度が定められている (国土交通省 2013)。今後は巡回頻度によりロードキル記録へ差異が生じるか検証を行うことが考えられる。2 点目は、道路管理者等に記録されるのは、道路の維持管理に関わるような、また人々の関心が集まりやすい・大きく目につきやすい動物である可能性が高い。対象とする動物種によっては、Wood and Herlands (1997), Quintero-Ángel et al. (2012), Seo et al. (2015) のような研究者自身による調査も有効だと考えられる。ただし、道路上での作業は危険であり、調査者自身の交通事故の懸念がある。基本的には、ロードキル関係機関・部署がしっかりと記録を行い、データを活用できるように改善していくことが望ましい。

これらの課題を解決する一つの方法として、一般市民のボランティアによるロードキル記録が考えられる。海外では、WEB サイトやアプリで一般市民がロードキルを記録し、データが公開されるシステムが構築されている (California Roadkill Observation System HP ; Maine Audubon Wildlife Road Watch HP ; Idaho Fish and Wildlife Information System HP ; Alberta Wildlife Watch HP ; Project Splatter HP ; Swedish National Wildlife



Accident Council HP ; Taiwan Roadkill Observation Network HP). これらのシステムの主導者は大学、行政、警察、狩猟組合などであった。このような市民科学の仕組みは、近年、日本においても導入が始まりつつある。例えば、帯広畜産大学は2019年10月から株式会社バイオームとの共同研究によるロードキルアプリの試験運用を開始している（帯広畜産大学 2019）。

一般市民によるロードキル記録は、道路管理者等が見落としがちな小動物（両生類、爬虫類、小型哺乳類、昆虫類等）を記録できる可能性があり、行政によるロードキル記録を補完し、多様な種のロードキル記録を蓄積することが可能になる。また、海外ではこのような市民科学のロードキル記録を用いた研究が行われている（Waetjen and Shilling 2017）。そのため、事例研究地や日本にも導入することが望ましい。

しかしながら、前述した通り、ロードキル関係機関・部署が多岐にわたることが、ロードキル問題の解決を困難にしているため、一般市民による記録が加わるとロードキル記録システムの構築が更に難しくなる可能性がある。また、このような市民科学によるデータは、住民による発見されやすさや分布が偏るといったデータのバイアスが指摘されている（園田 2005）。

有効な手段である市民参加型のロードキル記録を日本にどのように導入し、道路管理者等による他のロードキル記録と共にどのようにシステム構築していくかは、今後更なる検討が必要だと考えられる。

## V 結論

事例研究地である鳥取県におけるロードキル記録には、記録の有無や記録内容、管理体制について課題があることが明らかとなった。そのため、現状のロードキル記録の有用性と課題を考察した上で、各機関にとってのロードキルを記録することの必要性和負担をふまえた改善策を提案した。また、ロードキル記録に問題が生じる根本的な原因は、ロードキル記録システムの不在と、法令によりロードキル記録を活用する制度的な位置付けが行われていなかったことであった。そのため、関係機関・部署の協力と役割分担などが決められた、専門家や研究者、技術者等が関わるロードキル記録システムの構築に加え、日本における法令によるロードキル記録の位置付けの提案を行った。今後は海外のように市民科学によるロードキル記録の発展が望まれるが、どのように導入し、既存の各機関のロードキル記録と差別化・統合し、システム構築していくかが課題であり、今後更なる検討が必要である。

### 第3章の引用文献

Alberta Wildlife Watch HP <https://albertawildlifewatch.ca/> 2020年3月9日参照

Ament, R., Clevenger, A. P., Yu, O. and Hardy, A. 2008. An assessment of road impacts on wildlife populations in U.S. national parks. *Environmental Management* 42(3): 480-496.

Andrews, A. 1990. Fragmentation of habitat by roads and utility corridors-A review. *Australian Zoologist* 26:130-141.

荒尾章子・今野尚美・増澤直・福田正浩・高木巳佳・鈴木美穂. 2018. 全国のご当地キャラクターの分析と景観区分との関係について. 日本景観生態学会第28回全国大会宮崎大会講演要旨集: 28.

California Roadkill Observation System HP <https://www.wildlifecrossing.net/california/> 2020年3月9日参照

Clevenger, A. P., Hardy, A. and Gunson, K. 2007. Analyses of wildlife-vehicle collision data: applications for guiding decision-making for wildlife crossing mitigation and motorist safety. 22pp. A report prepared for Dr. John Bissonette, Utah State University and the National Cooperative Highway Research Program. Uta.

Donaldson, B. M. and Lafon, N. W. 2008. Testing an integrated PDA-GPS system to collect standardized animal carcass removal data. 22pp. Virginia Transportation Research Council. Virginia.

Ford, A. T., Clevenger, A. P., Huijser, M. P. and Dibb, A. 2011. Planning and prioritization strategies for phased highway mitigation using wildlife-vehicle collision data. *Wildlife Biology* 17:253-265.

Forman, R. T. T., Sperling, D., Bissonette, J. A., Clevenger, A. P., Cutshall, C. D., Dale, V. H., Goldman, C. R., Heanue, K., Jones, J. A., Swanson, F. J., Turrentine, T. and Winter, T. C. 2003. *Road ecology: science and solutions*. 481pp. Island Press, Washington.

Grilo, C., Bissonette, J. A. and Reis, M. S. 2009. Spatial-temporal patterns in Mediterranean carnivore road casualties: Consequences for mitigation. *Biological Conservation*. Volume 142. Issue 2:301-313.

- 北海道警察本部. 2019. 平成 30 年中 エゾシカが関係する交通事故発生状況 (道内)  
[https://www.police.pref.hokkaido.lg.jp/info/koutuu/sika\\_jiko/sika-jiko.html](https://www.police.pref.hokkaido.lg.jp/info/koutuu/sika_jiko/sika-jiko.html) 2020 年 3 月 9 日参照
- Hothorn, T., Brandl, R. and Müller, J. 2012. Large-scale model-based assessment of deer-vehicle collision risk. *PLoS One*. e29510.
- Huijser, M. P., Wagner, M. E., Hardy, A., Clevenger, A. P. and Fuller, J. A. 2007. Animal-vehicle collision data collection throughout the United States and Canada. *Proceedings of the International Conference on Wildlife Ecology and Transportation 2007*: 387-391.
- Idaho Department of Fish and Game. 2019. Wildlife collision salvage rule  
<https://idfg.idaho.gov/question/wildlife-collision-salvage-rule> 2020 年 3 月 9 日参照
- Idaho Fish and Wildlife Information System HP <https://idfg.idaho.gov/species/roadkill>  
2020 年 3 月 9 日参照
- 一般財団法人 自動車検査登録情報協会. 2018. 自家用乗用車の世帯当たり普及台数 (毎年 3 月末現在) <https://www.airia.or.jp/publish/statistics/mycar.html> 2020 年 3 月 9 日参照
- Jahn, L. R. 1959. Highway mortality as an index of deer-population change. *Journal of Wildlife Management* 23:187-197.
- 亀山章. 1997. エコロード:生き物にやさしい道づくり. 238pp. ソフトサイエンス(株). 松山.
- 河嶋道子・堀本恭平・工藤和紀・加藤一彦. 2019. 高速道路の新規路線における動物侵入対策. 「野生生物と交通」研究発表会講演論文集 18 : 25-28.
- 河嶋道子・岩川宏和. 2018. 高速道路における動物侵入対策調査検討. 「野生生物と交通」研究発表会講演論文集 17 : 47-52.
- 警察庁交通企画課. 2019. 道路の交通に関する統計 [https://www.e-stat.go.jp/stat-search/-/files?page=1&toukei=00130002&result\\_page=1](https://www.e-stat.go.jp/stat-search/-/files?page=1&toukei=00130002&result_page=1) 2020 年 3 月 9 日参照
- 国土交通省 北海道開発局. 2019. 平成 30 年度版 エゾシカ衝突事故マップ [https://www.hkd.mlit.go.jp/ks/douro\\_keikaku/qgmend0000002q0o.html](https://www.hkd.mlit.go.jp/ks/douro_keikaku/qgmend0000002q0o.html) 2020 年 3 月 9 日参照
- 国土交通省 国土技術政策総合研究所・独立行政法人 土木研究所. 2013. 国総研資料 第 714 号, 土木研究所資料 第 4254 号 道路環境影響評価の技術手法 (平成 24 年度版).

849pp. 国土交通省 国土技術政策総合研究所・独立行政法人 土木研究所. 茨城.

国土交通省. 2019a. 平成 29 年度 各種維持管理実績 落下物処理・動物死骸処理件数(直轄国道分) <https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/ijikanri/pdf/h29rakkabutu.pdf> 2020 年 3 月 9 日参照

国土交通省. 2019b. 平成 30 年度 各種維持管理実績 落下物処理・動物死骸処理件数(高速道路会社分) [https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/ijikanri/pdf/h30rakkabutu\\_nex-co.pdf](https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/ijikanri/pdf/h30rakkabutu_nex-co.pdf) 2020 年 3 月 9 日参照

国土交通省. 2019c. 道路統計年報 2019 表 2 道路現況総括表 <https://www.mlit.go.jp/-road/ir/ir-data/tokei-nen/2019/nenpo02.html> 2020 年 3 月 9 日参照

国土交通省. 2019d. 道路統計年報 2019 附表 附 1 都道府県別道路普及率 <https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-data/tokei-nen/2019/nenpo08.html> 2020 年 3 月 9 日参照

国土交通省. 2013. 国が管理する一般国道及び高速自動車国道の維持管理基準(案)(平成 25 年 4 月) [http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/pdf/iji1\\_1.pdf](http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/pdf/iji1_1.pdf) 2020 年 3 月 9 日参照

(株)高速道路総合技術研究所 緑化技術センター 緑化研究室. 2016. エコロードガイドー高速道路における自然環境保全の取組み. 151pp. (株)高速道路総合技術研究所. 東京.

Kroll, G. 2015. An environmental history of roadkill: road ecology and the making of the permeable highway. *Environmental History* 20(1):4-28.

Langbein, J. 2007. National deer-vehicle collisions project England (2003-2005). 93pp. The Deer Initiative. Wales.

Langbein, J. 2011. Monitoring reported deer road casualties and related accidents in England to 2010 report. 63pp. Deer Initiative 2011, Wales.

Maine Audubon Wildlife Road Watch HP <http://wildlifecrossing.net/maine> 2020 年 3 月 9 日参照

棗田孝晴・石毛智也. 2016. 千葉県銚子市におけるロードキルの実態と被害軽減策の提案. 茨城大学教育学部紀要(自然科学) 65 : 19-25.

日本経済新聞. 2018. 中国道で幼児 2 人死亡 4 人けが, 後続車衝突 <https://www.nikkei.-com/article/DGXMZO35427000V10C18A9AC1000/> 2020 年 3 月 9 日参照

野呂美紗子・原文宏・萩原亨. 2007. 北海道における野生動物の交通事故モニタリング

の実施に向けて。「野生生物と交通」研究発表会講演論文集 6 : 73-76.

農林水産省. 2012. 農林水産省生物多様性戦略. 51pp. 農林水産省. 東京.

帯広畜産大学. 2019. 令和元年9月12日 プレス発表資料 「帯広畜産大学農業共生圏高度専門家育成事業共同研究によるロードキルアプリ試験運用を開始」 <https://www.-obihiro.ac.jp/wp/wp-content/uploads/2019/09/asari.pdf> 2020年3月9日参照

Primack, R. B. and 小堀 洋美. 2008. 保全生物学のすすめ 改訂版. 400pp. 文一総合出版. 東京.

Project Splatter HP <https://projectsplatter.co.uk/> 2020年3月9日参照

Quintero-Ángel, A., Osorio-Dominguez, D., Vargas-Salinas, F. and Saavedra-Rodríguez, C. A. 2012. Roadkill rate of snakes in a disturbed landscape of Central Andes of Colombia. *Herpetology Notes*. volume 5: 99-105.

Riley, S. P. D., Pollinger, J. P., Sauvajot, R. M., York, E. C., Bromley, C., Fuller, T. K. and Wayne, R. K. 2006. A southern California freeway is a physical and social barrier to gene flow in carnivores. *Molecular Ecology* 15:1733-1741.

Saeki, M. and Macdonald, D. W. 2004. The effects of traffic on the raccoon dog (*Nyctereutes procyonoides viverrinus*) and other mammals in Japan. *Biological Conservation* 118(5):559-571.

Sáenz-de-Santa-María, A. and Tellería, J. L. 2015. Wildlife-vehicle collisions in Spain. *European Journal of Wildlife Research* 61(3): 399-406.

Seiler, A. 2004. Trends and spatial patterns in ungulate-vehicle collisions in Sweden. *Wildlife Biolog* 10(1):301-313.

Seo, C., Thorne, J. H., Choi, T., Kwon, H. and Park, C. H. 2015. Disentangling roadkill: the influence of landscape and season on cumulative vertebrate mortality in South Korea. *Landscape and Ecological Engineering* 11(1): 87-99.

Shilling, F. M. 2015. Special report on roadkill hotspots along California highways (2009-2014). 13pp. UC Davis Road Ecology Center, California.

Shilling, F. M. 2016. Wildlife-vehicle conflict hotspots along California highways (2009-2015): Carcasses. 11pp. UC Davis Road Ecology Center, California.

Shilling, F. M., Denney, C., Waetjen, D. P., Harrold, K., Farman, P. and Perez, P. 2018. Impact of wildlife-vehicle conflict on California drivers and animals. 21pp. UC Davis

Road Ecology Center, California.

Shilling, F. M. and Waetjen, D. P. 2015. Wildlife-vehicle collision hotspots at US highway extents scale and data source effects. *Nature Conservation* 11:41-60.

Shilling, F. M., Waetjen, D. P. and Harrold, K. 2017. Consultant impact of wildlife-vehicle conflict on California drivers and animals. 19pp. UC Davis Road Ecology Center, California.

神宮翔真. 2020. 自治体が収集するロードキル記録の活用による中・大型哺乳類の出現の把握. 「野生生物と交通」研究発表会講演論文集 19 : 49-56.

神宮翔真・佐方啓介・伊藤太一. 2019. 都市域の哺乳類の生息状況把握に向けた自治体の収集したロードキル記録の特徴. *ランドスケープ研究* 82(5) : 725-728.

衆議院. 2005. 第 162 回国会 動物の愛護及び管理に関する法律の一部を改正する法律案 [http://www.shugiin.go.jp/internet/itdb\\_gian.nsf/html/gian/honbun/houan/g1620-5020.htm](http://www.shugiin.go.jp/internet/itdb_gian.nsf/html/gian/honbun/houan/g1620-5020.htm) 2020 年 3 月 9 日参照

園田陽一. 2005. 都市環境における野生哺乳類の生息地としての緑地の管理・配置に関する研究. 145pp. 博士論文 (農学). 明治大学. 東京.

末次優花・日置佳之. 2018. ロードキルに対する意識調査：一般的にロードキルはどのように認識されているのか? 「野生生物と交通」研究発表会講演論文集 17 : 67-74.

Swedish National Wildlife Accident Council HP <https://www.viltolycka.se/> 2020 年 3 月 9 日参照

Taiwan Roadkill Observation Network HP <https://roadkill.tw/> 2020 年 3 月 9 日参照

Tatewaki, T. and Koike, F. 2018. Synoptic scale mammal density index map based on roadkill records. *Ecological Indicators* 85:468-478.

立脇隆文. 2016. 日本の市区町村のロードキル記録を用いた野生哺乳類の全国的な密度分布. 105pp. 博士論文. 横浜国立大学大学院 環境情報学府. 横浜.

立脇隆文・小池文人. 2016. アンケート調査によって明らかになった日本の市区町村のロードキル記録の現状. *Wildlife and Human Society* 3(2) : 15-28.

寺尾愛也・日野貴文・吉田剛司. 2014. 科学的なシカ交通事故対策のための事故データの体系化：各国の先進事例と日本の展望. *野生生物と社会* 2(1) : 1-10.

鳥取県生物学会. 2012. レッドデータブックとつとり改訂版：鳥取県の絶滅のおそれのある野生動植物. 337pp. 鳥取県生活環境部公園自然課, 鳥取.

- 鳥取市. 1990. 鳥取市文書取扱規程. 平成二年七月二日 鳥取市訓令第二十号.
- 鳥取市. 2004. 鳥取市職員の特種勤務手当に関する条例. 平成十六年三月二十五日 鳥取市条例第五号.
- Trombulak, S. C. and Frissell, C. A. 2000. Review of ecological effect of roads on terrestrial and aquatic communities. *Conservation Biology* 14:18-30.
- 塚田英晴・斎藤昌幸・光岡佳納子. 2019. 日本哺乳類学会 2019 年度大会自由集会 F-04 : 食肉目 3 種 : タヌキ・キツネ・アナグマの全国分布調査実施に向けての現状と課題. 日本哺乳類学会 2019 年度大会講演要旨集 : 49.
- 宇沢弘文. 1974. 自動車の社会的費用. 180pp. 岩波書店. 東京.
- Vanlaar, W. G. M., Gunson, K. E., Brown, S. W. and Robertson, R. D. 2012. Wildlife vehicle collisions in Canada: a review of the literature and a compendium of existing data sources. 77pp. Traffic Injury Research Foundation, Washington.
- Waetjen, D. P. and Shilling, F. M. 2017. Large extent volunteer roadkill and wildlife observation systems as sources of reliable data. *Frontiers in Ecology and Evolution* 5: 89 DOI/10.3389/fevo.2017.00089.
- White-tailed deer Illinois HP <https://deer.wildlifeillinois.org/> 2020 年 3 月 9 日参照
- Wood, R. C. and Herlands, R. 1997. Turtles and tires: the Impact of roadkills on Northern diamondback terrapin, *Malaclemys terrapin terrapin*, populations on the Cape May Peninsula, Southern New Jersey, USA. the New York Turtle and Tortoise Society. Proceedings: Conservation, Restoration, and Management of Tortoises and Turtles-An International Conference :46-53.
- 山口由美子・井田美子・藤宮雄太・尹陽陽・増田貴則・史承煥・細井由彦. 2004. 鳥取県におけるロードキルの発生特性. 第 32 回環境システム研究論文発表会講演集 : 585-592.
- 山内信英・宮城勇朗. 2018. 高速道路の新規路線における新たな動物侵入対策. 「野生生物と交通」研究発表会講演論文集 17 : 53-56.
- 築瀬知史. 2017. 中型哺乳類の動物衝突事故対策の現況について. 「野生生物と交通」研究発表会講演論文集 16 : 53-56.
- 八頭町. 2005a. 八頭町職員の特種勤務手当に関する条例. 平成十七年三月三十一日 条例第五十二号.

八頭町. 2005b. 八頭町文書整理保存規程. 平成十七年三月三十一日 訓令第三号.

吉野夏己. 2010. 小動物の高速道路への侵入と道路管理の瑕疵. 岡山大學法學會雜誌  
60(1) : 187-199.



### 第3章の図表

図 3-1 鳥取県における主な道路の配置状況

表 3-1 調査対象道路の諸元

表 3-2 調査対象者

表 3-3 ロードキル記録に関する聴き取り調査項目

図 3-2 鳥取県におけるロードキル発生後に行われる措置の流れ

表 3-4 各調査対象者のロードキルの位置付け及びロードキル記録の有無の一覧

表 3-5 道路事業者等によるロードキル記録内容の一覧

図 3-3 道路種別によるロードキルの記録例

表 3-6 動物種の記録名の一覧

図 3-4 写真の記録例

図 3-5 位置情報の記録状況の概略図

表 3-7 鳥取県と先行研究の記録項目の比較

表 3-8 ロードキル記録の改善案

表 3-9 各機関にとってのロードキルを記録することの必要性和負担の一覧

表 3-10 記録フォーマット案

図 3-6 ロードキル記録システム案

表 3-11 日本の法令へのロードキル記録の追加可能性の検討結果

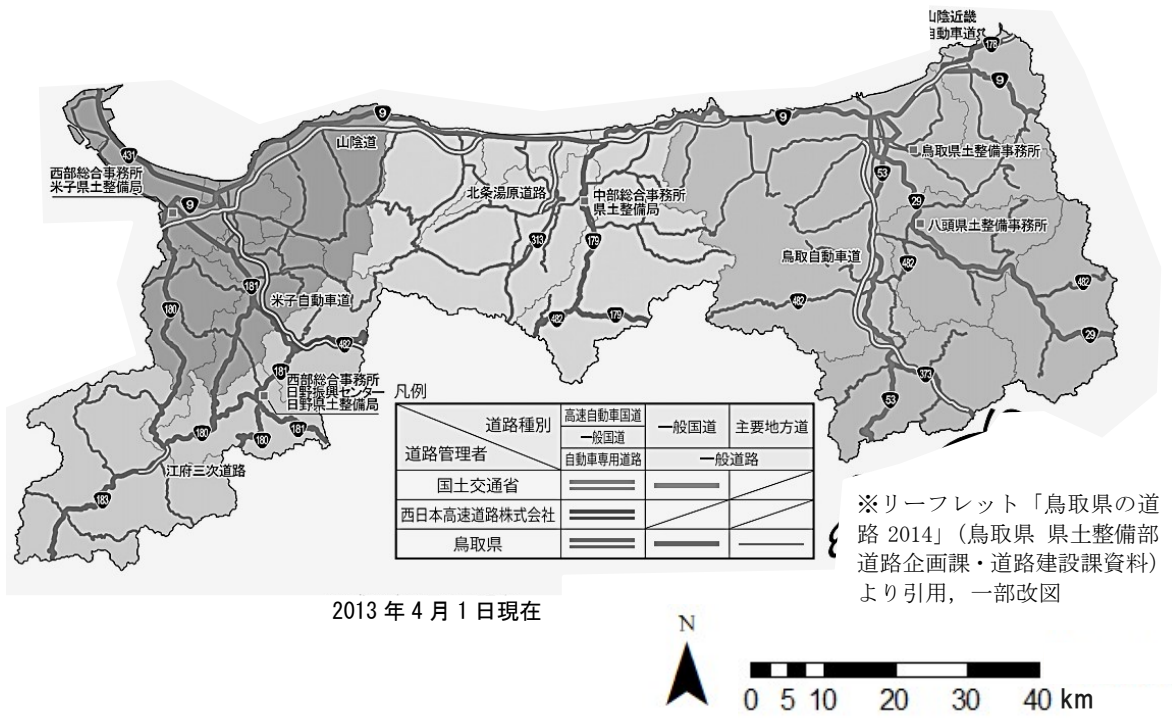


図 3-1 鳥取県における主な道路の配置状況

表 3-1 調査対象道路の諸元

道路種別	本研究における略称	路線数	延長 (m)	種類別延長						24時間 平均交通量 (台/日)	大型車 混入率	車線数	指定最 高速度 (km/h)
				道路 (m)	割合 (%)	橋梁 (m)	割合 (%)	トンネル (m)	割合 (%)				
高速自動車国道	高速道路	1	51,827	29,485	56.9	8,036	15.5	14,306	27.6	8,991	23.8	2-4	70
一般国道	国道	13	596,231	530,438	89.0	35,990	6.0	29,803	5.0	9,143	12.9	2-4	40, 50, 60, 70
指定区間 (国交省直轄管理区間)	国道 (国交省管理)	4	293,232	249,323	85.0	22,846	7.8	21,063	7.2	12,358	13.9	-	-
指定外区間 (都道府県管理区間)	国道 (県管理)	9	302,999	281,115	92.8	13,144	4.3	8,740	2.9	6,008	10.9	-	-
鳥取県道	県道	223	1,647,887	1,607,546	97.5	33,814	2.1	6,527	0.4	4,724	11.0	1-4	30, 40, 50, 60
主要地方道	県道	43	724,391	704,485	97.2	15,752	2.2	4,154	0.6	3,290	9.7	-	-
一般県道	県道	180	923,496	903,061	97.7	18,062	2.0	2,373	0.3	2,971	8.4	-	-
市町村道	市町村道	16,387	6,587,303	6,521,591	99.0	60,204	0.9	5,508	0.1	-	-	-	-
農道 <sup>注3)</sup>	農道	-	3,033,000	3,025,834	99.8	6,127	0.2	1,039	0.0	-	-	-	-
林道 <sup>注4)</sup>	林道	-	1,394	1,394	100.0	0	0.0	0	0.0	-	-	-	-
	計	16,860	14,161,760	13,854,272	97.8	213,975	1.5	93,513	0.7	-	-	-	-

注1) 各データの引用元及び年月日は以下のとおりである。

- (1) 高速道路、国道、県道、市町村道  
 ー 路線数、延長、種類別延長：平成29(2017)年4月1日現在のデータ。鳥取県県土整備部道路企画課が公表した広報資料「鳥取県の道路現況(H29.4現在)」の「道路現況総括表(平成29年4月1日現在)」より引用  
 ー 24時間平均交通量(台/日)、大型車混入率(%)：2017年秋季(9-11月)のデータ。国土交通省が実施した「平成27年度全国道路・街路交通情勢調査」の結果のうち、「表4 交通量整理表」より引用  
 ー 車線数、指定最高速度(km/h)：2017年秋季(9-11月)のデータ。国土交通省が実施した「平成27年度全国道路・街路交通情勢調査」の結果のうち、鳥取県の「箇所別基本表」より引用
- (2) 農道：平成29(2017)年8月1日現在のデータ  
 ー 平成30(2018)年3月27日に公表された「平成29年農道整備状況調査結果」のうち、「農道の管理主体別延長距離(平成29年8月1日現在)」より引用
- (3) 林道：平成28(2016)年3月31日現在のデータ  
 ー 林野庁が平成29(2017)年9月14日に公表した「森林・林業統計要覧2017」より引用した。
- 注2) 一般国道の自動車専用道路は、一般国道の指定区間に含まれる。
- 注3) ここで言う農道とは、土地改良法(昭和24年法律第195号)に基づく土地改良事業で造成され、農道として農道台帳により管理されている幅員1.8m以上の道路をいう。
- 注4) ここで言う林道とは、森林法(昭和26年法律第249号)に基づく国庫補助により造成し、民有林林道として管理されている幅員1.8m以上の道路(自動車道のみ)及び独立行政法人緑資源機構法に基づく大規模林業開発林道事業又はふるさと林道緊急整備事業等(県単林道、融資林道、自力施行林道を含む)により造成された幅員1.8m以上の道路(自動車道のみ)をいい、道路法に基づく道路、農道、漁港関連道路及び林道として造成された道路であっても、既に都道府県道、市町村道に認定されている道路は含まない。

表 3-2 調査対象者

No.	区分	道路種別 <sup>注2,3)</sup>	調査対象者(順不同)
1	道路管理者等 <sup>注1)</sup>	高速自動車国道(高速道路)	(1)西日本高速道路株式会社
		一般国道(国道)	
		a) 直轄国道 指定区間:自動車専用道路(国道:国交省管理)	(2)国土交通省 中国地方整備局 鳥取河川国道事務所 鳥取自動車道出張所 (3)国土交通省 中国地方整備局 倉吉河川国道事務所 羽合国道維持出張所
		b) 直轄国道 指定区間:一般道(国道:国交省管理)	(3)国土交通省 中国地方整備局 倉吉河川国道事務所 羽合国道維持出張所 (4)国土交通省 中国地方整備局 鳥取河川国道事務所 鳥取国道維持出張所 (5)同事務所 郡家国道維持出張所
		c) 補助国道 指定区間外:一般道、自動車専用道路(国道:県管理)	(6)鳥取県 西部総合事務所 米子県土整備局 維持管理課 (7)鳥取県 日野総合事務所 維持管理課 (8)鳥取県 中部総合事務所 維持管理課 (9)鳥取県 八頭県土整備事務所 維持管理課 (10)鳥取県土整備事務所 維持管理課 (11)鳥取県 県土整備部 道路企画課
		都道府県道(県道)	「c) 補助国道(指定区間外)」と同じ
		市町村道・農道・林道	(12)鳥取市 生活環境課 (13)鳥取市 中央道路管理センター (14)鳥取市 南道路管理センター (15)鳥取市 西道路管理センター (16)鳥取市 農村整備課 (17)鳥取市 国府町総合支所 産業建設課 (18)鳥取市 福部町総合支所 産業建設課 (19)鳥取市 河原町総合支所 産業建設課 (20)鳥取市 用瀬町総合支所 産業建設課 (21)鳥取市 佐治町総合支所 産業建設課 (22)鳥取市 気高町総合支所 産業建設課 (23)鳥取市 鹿野町総合支所 産業建設課 (24)鳥取市 青谷町総合支所 産業建設課 (25)岩美町 産業建設課 (26)若桜町 町民福祉課 (27)智頭町 地域整備課 (28)八頭町 建設課 (29)八頭町 産業観光課 (30)倉吉市 環境課 (31)三朝町 町民税務課 (32)湯梨浜町 町民課 (33)琴浦町 建設課 (34)北栄町 住民生活課 (35)米子市 環境事業課 (36)境港市 環境衛生課 (37)日吉津村 建設産業課 (38)大山町 建設課 (39)南部町 町民生活課 (40)伯耆町 地域整備課 環境整備室 (41)江府町 建設課 (42)日野町 産業振興課 (43)日南町 建設課 (44)鳥取県 農林水産部 農地・水保全課
2	警察		鳥取県警察本部 交通企画課
3	県の傷病 鳥獣保護 窓口		(1)鳥取県 生活環境部 緑豊かな自然課 (2)鳥取県 中部総合事務所 生活環境局 (3)鳥取県 西部総合事務所 生活環境局 (4)鳥取市保健所 生活安全課
4	博物館		鳥取県立博物館

注1) 鳥取県内に位置する道路の道路管理者等を指す。

道路管理者、道路管理者から委託を受けた委託業者、一部の市町村道はロードキル遺体を回収する担当課や、環境や住民に関わる課など様々であったため、道路管理者等とした。

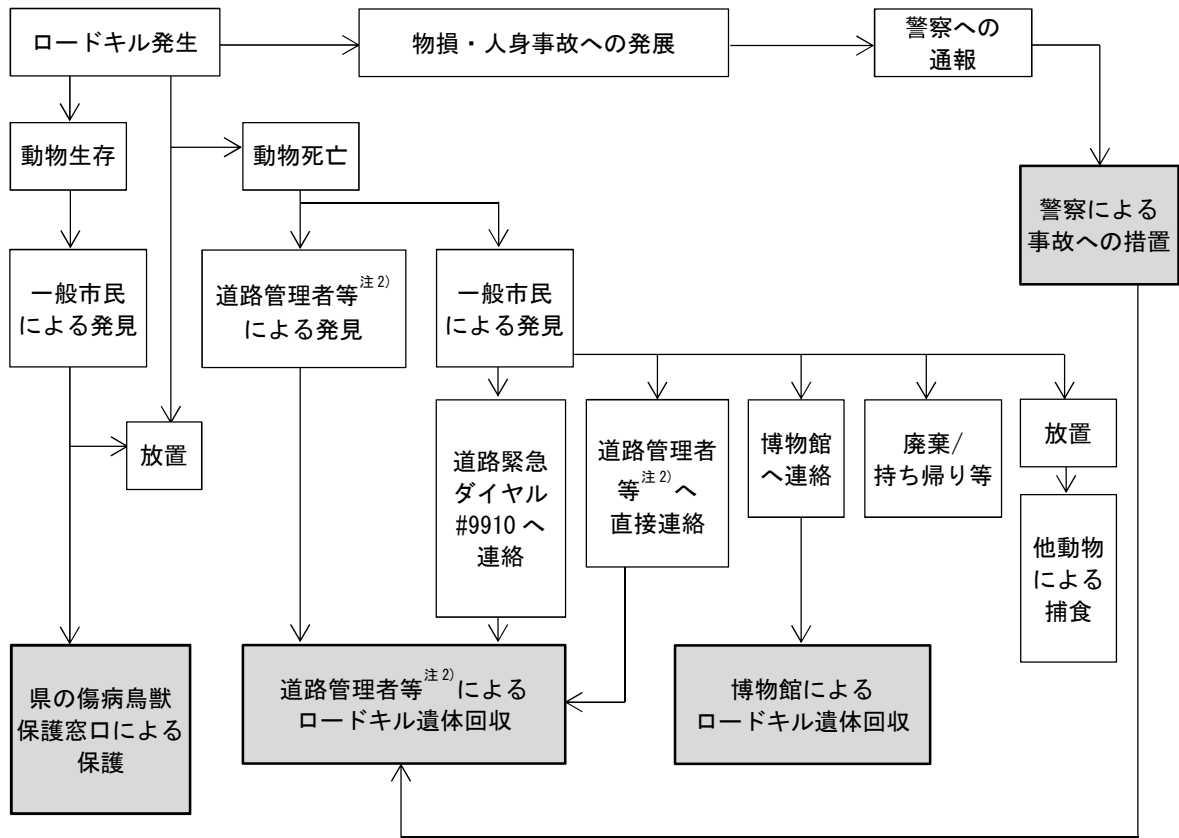
注2) 道路種別の括弧内は、本論文中の略称を示す。

注3) 自動車専用道路とそれ以外を分けるために、便宜上自動車専用道路以外のことを「一般道」とした。この言葉は道路法に示されていない。

表 3-3 ロードキル記録に関する聴き取り調査項目

No.	聴き取り調査項目	内容
1	ロードキル遺体に関する記録項目	(1) 動物情報（動物種名，性別，大きさ <sup>注)</sup> ，重さ，成獣・亜成獣・幼獣の別等） (2) 時間情報（ロードキル遺体の回収年月日・時間帯） (3) 位置情報（ロードキル遺体を回収した路線名，地域名，道路標番号，GPS等） (4) 写真（写真による記録の有無，写真の提供・借用の可否，撮影内容等）
2	記録の保管に関する項目	(1) 記録の保管方法（紙媒体 又は 電子媒体） (2) 記録の保管年数
3	記録の活用に関する項目	(1) ロードキル対策や研究へのロードキル記録の活用の有無 (2) 活用されている場合はその内容
4	記録データの借用の可否	(1) 過去5年間(2013～2017年度)のロードキル記録データ又は資料の借用の可否 (2) 可能な場合は，その内容を確認し，データ又は資料を借用

注) 全長、頭胴長、尾長などの体サイズを示す計測記録のことを指す。



注1) 凡例

□ : ロードキルに対する調査対象者の措置

注2) 道路管理者、道路管理者から委託を受けた委託業者、一部の市町村道はロードキル遺体を回収する担当課や、環境や住民に関わる課など様々であったため、道路管理者等と呼ぶ。

図 3-2 鳥取県におけるロードキル発生後に行われる措置の流れ

表 3-4 各調査対象者のロードキルの位置付け及びロードキル記録の有無の一覧

No.	調査対象者	ロードキルの位置付け	ロードキル記録 <sup>注2)</sup> の有無	ロードキル記録 <sup>注2)</sup> の扱い
1	道路管理者等 <sup>注1)</sup>	「道路法」に基づく道路維持管理の一環	<ul style="list-style-type: none"> <li>・高速道路、国道、県道：ロードキル遺体に関する記録が保管されていた。</li> <li>・市町村道：県内19市町村中、9市町村（約40%）のみ記録が保管されていた。</li> <li>・農道、林道：記録されていなかった。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・高速道路：対策に活用されていた。</li> <li>・国道、県道、市町村道：対策に活用されていなかった。</li> <li>・他の落下物と同じ扱いだった。</li> </ul>
2	警察	基本的には車両単独事故に分類される（ただし、動物が関わり他の自動車等と衝突した場合は車両相互事故に分類される）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・交通事故の統計データには、動物が関わったかどうかは含まれていなかった。</li> <li>・動物が関わった交通事故件数は統計データとして記録・整理されておらず鳥取県・全国ともに不明。</li> <li>・事故詳細（動物種名、発生年月日、位置情報等）は、事故調書に記録はされていたが、動物が関わった記録としては整理されていなかった。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・交通事故に動物が関わったかどうかデータが整理されていないなど、ロードキルは重要視されていなかった。</li> </ul>
3	県の傷病鳥獣保護窓口	自然界にはない人や生活環境との関わり（ロードキル等）によって負傷した野生鳥獣を、傷病鳥獣として救護	<ul style="list-style-type: none"> <li>・記録を保管していたのは4部署中、1部署のみ（西部総合事務所生活環境局）。</li> <li>・傷病鳥獣の発見状況、位置情報等について、ロードキルかどうか関係なく記録を行っていた。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・どのような原因で救護されても同じ扱い。</li> <li>・ロードキルは重要視されていなかった。</li> </ul>
4	博物館	ロードキル遺体をはく製用として、受入・回収・保管	<ul style="list-style-type: none"> <li>・冷凍庫に保管されたロードキル遺体は、はく製になる段階で、はく製としての記録はとられるが、ロードキルとしての記録は行われていなかった。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・どのような原因で受け入れしても同じ扱い。</li> <li>・ロードキルは重要視されていなかった。</li> </ul>

注1) 鳥取県内に位置する道路の道路管理者等を指す。

道路管理者、道路管理者から委託を受けた委託業者、一部の市町村道はロードキル遺体を回収する担当課や、環境や住民に関わる課など様々であったため、道路管理者等とした。

注2) ここでは記録されたロードキル情報のことをロードキル記録と呼ぶこととする。

表 3-5 道路事業者等によるロードキル記録内容の一覧

聞き取り調査結果					
道路種別 <sup>注2)</sup>	代表的な路線	1.ロードキル遺体に関する記録項目	2.記録の保管に関する項目	3.記録の活用に関する項目 <sup>注3)</sup>	4.記録データの活用の可否
道路種別	道路管理 者等	(1)動物情報・写真による記録状況 その他の記録	(1)記録の保管方法 電子媒体	(1)対策への活用 (2)活用内容	(1)活用の可否 <sup>注1)</sup> (2)活用可能なデータ内容
道路種別	動物種別の記録名	(2)位置情報 道路番号 (キロポスト)	(2)記録の保存年数	(1)対策への活用 (2)活用内容	(1)活用の可否 <sup>注1)</sup> (2)活用可能なデータ内容
高速自動車国道(高速道路)	米子自動車道	記録名の種類 <sup>注5)</sup> ①②③ 8分種 <sup>注6)</sup> に統一	記録の有無 ○ ×	動物侵入対策工事への活用、研究発表	5年開 <sup>注1)</sup> の動物・時間・位置情報
一般国道	a)直轄国道 指定区間 :自動車専用道路 (国道:国土管理) 山陰自動車道(国道9号線BP)、 鳥取自動車道、鳥取西道路 b)直轄国道 指定区間 :一般道 (国道:国土管理) 国道929.59号線	性別、 大きさ <sup>注7)</sup> 、 重さ、年齢、 成獣、亜成獣 ・幼獣の別は 未記録	記録の有無 ○ ×	× ×	5年開 <sup>注1)</sup> の動物・時間・位置情報
一般国道	c)補助国道 指定区間外 :一般道、自動車専用 道路(国道:東管理) 国道29.53,178,179,180,181,183, 313,373,431,482号線、倉吉湯原 道路(国道313号線BP)	記録名が統一 されず、 ①②③④⑤ ①～⑤が 現在	記録の有無 ○ ×	× ×	5年開 <sup>注1)</sup> の動物・時間・位置情報、 2部署のみ写真
鳥取県道(県道)	鳥取県道1~503号線 <sup>注3)</sup>				
市町道 <sup>注4)</sup>	鳥取県内の 9市町 <sup>注4)</sup>				

注1) 道路種別の括弧内は、本論文中の略称を示す。  
 注2) 自動車専用道路とそれ以外を分けるために、便宜上自動車専用道路以外のことを「一般道」とした。この言葉は道路法に示されていない。  
 注3) 代表的な路線の鳥取県道1~503号線は、連続番号ではない。  
 注4) ロードキル情報が記録・保管されていた市町道のみ、村道は記録されていないが、村道以外の市町道のみ、村道は記録されていたかを示した。  
 注5) 動物種の記録名は、以下の5種類に分類された。表中では、それぞれの道路において、どの種類が使われていたかを①～⑤の番号で示した。  
 ① 通称される種類名(タヌキ、キツネ等)  
 ② 通称される種類名(鳥類、魚類等)  
 ③ 動物の体サイズによる記録(その他動物(大)、小動物等)  
 ④ 不明  
 ⑤ 種名未記録(動物処理等)  
 注6) 高速自動車国道(高速道路)において記録されていた動物種名の8分種は以下のとおりである。  
 ① 通称される種類名:「たぬき」「しか」「いのしし」「いぬ」「ねこ」  
 ② 通称される種類名:「鳥類」  
 ③ 動物の体サイズによる記録:「その他動物(大)」「その他動物(小)」



記録例(1)

米子自動車道におけるロードキル発生状況(平成29年度)

◆本資料では、交通管理隊が巡回時に発見、もしくは通報に基づき出動し、高速道路本線外へ動物遺体を排除したロードキル案件について記載している。

※NEXCO西日本調べ

排除時刻					排除地点			ロードキルの内容等			
年	月	日	曜日	時分	道路名	上下	区間	KP等	大分類	小分類	数量
29	4	2	日	5 54	米子自動車道	上	蒜山～江府	47.9	動物類	その他動物(小)	1
29	4	2	日	21 33	米子自動車道	下	溝口～米子	62.8	動物類	たぬき	1
29	4	5	水	1 13	米子自動車道	上	湯原～蒜山	24.5	動物類	しか	1
29	4	5	水	20 11	米子自動車道	上	久世～湯原	久世IC B-300	動物類	鳥類	1
29	4	6	木	6 29	米子自動車道	上	湯原～蒜山	25	動物類	いのしし	1

情報提供者: 西日本高速道路株式会社

記録例(2)

平成29年度

	年月日	路線及び測点	上下	動物
1	平成29年4月5日	R29 - 80 K 430	下	シカ
2	平成29年4月5日	R29 - 96 K 750	下	フクロウ
3	平成29年4月6日	R29 - 99 K 950	下	ウサギ
4	平成29年4月7日	R29 - 74 K 560	上	タヌキ
5	平成29年4月10日	R29 - 89 K 900	下	イタチ

情報提供者: 国土交通省 鳥取河川国道事務所 郡家国道維持出張所

記録例(3)

平成29年度 琴浦工区 動物死骸処理一覧表

番号	指示日	路線名	位置	指示内容		備考欄
				大工種	工事概要(内容、方法、注意事項)	
1	4 20	151 倉吉東伯線	琴浦町下伊勢	路面清掃工	動物の死骸処理 ネコ 1匹	
2	4 30	168 備安(丁線)	琴浦町丸尾	路面清掃工	動物の死骸処理 ネコ 1匹	
3	5 1	267 大衆赤碓線	琴浦町逢来	路面清掃工	動物の死骸処理 トリ 1匹	
4	5 29	289 船上山赤碓線	琴浦町竹ノ内	路面清掃工	動物の死骸処理 タヌキ 1匹	
5	6 11	289 船上山赤碓線	琴浦町佐崎	路面清掃工	動物の死骸処理 ネコネ 1匹	

情報提供者: 鳥取県 中部総合事務所 維持管理課

記録例(4)

平成29年度

日時	場所	該当処理動物	備考
3月7日	花街道線	ねこ	
5月11日	庄田二本松線	たぬき	
6月29日	湯船線(長田)	いのしし	
7月3日	大山口団地脇	ねこ	
7月3日	広域農道(西高田)	あなぐま	

情報提供者: 大山町 建設課

記録例(5)

H.25年 小動物種類別回収表(中央車両センター回収分)

月日	犬	猫	猫(有料)	犬(有料)	たぬき	イタチ	鳥	猪	テン	兎	狐	蛇	鹿	ヌートリア	ムジナ	亀	不明	合計
4月		12			2	4	9	1							1			29
5月	1	22			1	1	5								1			31
6月	1	40			3	1	1										1	47
7月	1	29					2	1									1	34
8月		28			2	1	3	1										35
9月		27			2	3	3	1			1							37
10月		33		1	3	4							1					42
11月		17			1	1	3											23
12月		10			1		3											14
1月		10					5											15
2月		8				1	2											11
3月																		
合計	3	236		1	15	16	36	4			1	2			2		2	318

情報提供者: 鳥取市 生活環境課

図3 道路種別によるロードキルの記録例

記録例(1)は高速道路(米子自動車道)、(2)は国道(国交省管理)、(3)は国道(県管理)及び県道、(4)と(5)は市町村道におけるロードキルの記録例を示す。記録例(5)については、道路管理者等が保管していた時間情報は月ごとの統計値のみであり、ロードキル遺体の回収日時等の詳細な記録は残されていなかった。

表 3-6 動物種の記録名の一覧

動物種の記録名の種類	記録されていた名称 <sup>注1, 2)</sup>	記録されていた道路 <sup>注3)</sup>
①通称される種名	アライグマ	c
	アナグマ, アナグマ, あなぐま, 穴熊, むじな, ムジナ, 貉	c
	イタチ, イタチ, いたち, イタチ?	c
	イヌ, イヌ, 犬, 犬等, 白犬	c
	いぬ・ねこ	b
	イノシシ, 猪	c
	いのしし	a
	鶺鴒	c
	ウサギ, ウサギ, うさぎ, 兎	c
	カエル, カエル	c
	カメ, カメ, かめ, スッポン, 亀	c
	カモ, カモ, カルガモ, 鴨	c
	カラス, カラス	c
	キジ, キジ, きじ	c
	キツネ, キツネ, 狐	c
	きつね	a
	クマ	c
	コウモリ, 蝙蝠	c
	サギ, サギ, シラサギ, 白サギ, 白さぎ, アオサギ	c
	サル, さる	c
	シカ, シカ(頭部), シカ, 鹿	c
	しか	a
	スズメ	c
	タカ, タカ	c
	タヌキ, タヌキ, 狸	c
	たぬき	a
	ツバメ	c
	テン, てん	c
	トンビ, トビ, とんび, とび	c
	ニワトリ, にわとり, 鶏	c
	ヌートリア, ヌートリア	c
	ネコ, ネコ, 猫, 黒猫, 茶猫, 白茶猫, 黒子猫, 茶子猫, 白猫, 縞虎猫, 茶黒猫, 白黒猫, 子猫, 黄茶猫, 縞子猫, 黄猫, 子ネコ, 猫 茶色(大), 猫 白色(大), 猫 三毛(大), 猫 黒色(大), 猫 白黒(大), 猫 グレー(大), 猫 黒グレー(大), 猫 とら	c
	ネズミ	c
	ハクビシン, ハクビシン	c
	ハト, ハト	c
	ハムスター	c
	フクロウ, フクロウ, みみずく	c
	ヘビ, ヘビ, 蛇	c
	モグラ	c
	リス	c
②通称される分類名	サカナ, 魚	c
	トリ, トリ, 鳥, 小鳥	c
	鳥類	a
③動物の体サイズによる記録	その他動物(大)	b
	その他動物(小)	b
	小動物	c
④不明	不明	c
	物件無し, 確認なし	c
⑤種名未記録	動物処理	c
	死骸処理	c

注1) 並び順は、五十音順とした。

注2) 表中の全角、半角文字は、報告書に記載されていた名称を忠実に再現した。

注3) 記録されていた道路の道路種別は、以下のとおりである。

a: 高速道路、国道、県道、市町道

b: 高速道路

c: 国道、県道、市町道



記録例(1) 情報提供者:鳥取県 八頭県土整備事務所



記録例(2) 情報提供者:鳥取県 八頭県土整備事務所



記録例(3) 情報提供者:鳥取県 米子県土整備事務所



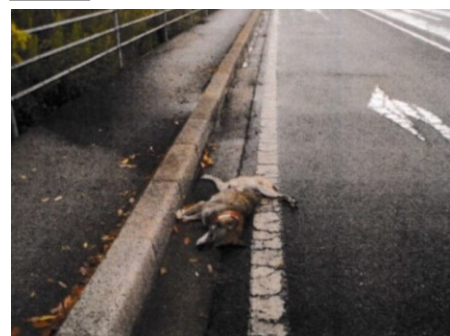
記録例(4) 情報提供者:鳥取県 米子県土整備事務所



記録例(5) 情報提供者:鳥取県 八頭県土整備事務所



記録例(6) 情報提供者:鳥取県 八頭県土整備事務所



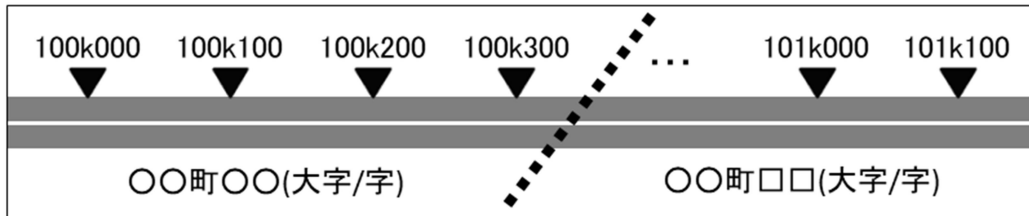
記録例(7) 情報提供者:鳥取県 米子県土整備事務所



記録例(8) 情報提供者:鳥取県 八頭県土整備事務所

### 図 3-4 写真の記録例

記録例(1)と(2)は種同定が可能である上、写真内の看板、景観から位置の確認も可能である。しかし、記録例(3)はロードキル遺体が袋に入れられており、(4)はロードキル遺体が遠すぎる且つ写真の解像度が低いため、種同定が困難であることがわかる。記録例(5)と(6)は誤同定の例であり、(5)はタヌキ、(6)はイタチと記録されていたが、写真にはニホンアナグマ、ホンドテンが撮影されていた。記録例(7)と(8)は首輪のついたイヌやネコが写真に記録されており、ペットがロードキルに遭ったことが示唆された。



※凡例

■ : 道路

~k~

▼ : 道路標番号(キロポスト)

■ ■ : 大字/字境界

図 3-5 位置情報の記録状況の概略図

高速道路及び国道（国交省管理）は、道路名及び道路標番号（キロポスト）が記録されていた。  
 県道及び国道（県管理）では、基本的には道路名及び地域名（大字または字）が記録されていた。  
 道路標番号（キロポスト）は道路起点から 100m ごとに番号が置かれている。

表 3-7 鳥取県と先行研究の記録項目の比較

区分	先行研究	鳥取県
ロードキル記録機関等	<ul style="list-style-type: none"> <li>警察から内務省等の行政機関に提供されたロードキル記録<sup>1)</sup></li> <li>運輸省及び一般市民による記録<sup>2)</sup></li> <li>研究者<sup>3)</sup></li> <li>国立公園を管理する政府機関<sup>4)</sup></li> <li>高速道路会社及び研究者<sup>5)</sup></li> <li>道路庁、幹線道路整備組織、傷病鳥獣救護団体、交通事故統計局(警察等)<sup>6,7)</sup></li> <li>内務省<sup>8)</sup></li> <li>市<sup>12,13,15)</sup></li> <li>市区町村<sup>14)</sup></li> <li>道路管理局<sup>16)</sup></li> <li>国土交通省<sup>17)</sup></li> <li>傷病鳥獣救護団体<sup>18)</sup></li> <li>一般市民による記録<sup>19,20,21,22)</sup></li> <li>高速道路会社<sup>11,23,24,25)</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>道路管理者等：下記4機関</li> <li>－高速道路会社</li> <li>－国土交通省</li> <li>－鳥取県</li> <li>－市町村(記録の保管されていた9市町)</li> </ul>
動物情報	<ul style="list-style-type: none"> <li>動物種名<sup>1,2,3,4,5,6,7,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22)</sup></li> <li>動物種名またはグループ名<sup>8,23,24,25)</sup></li> <li>年齢<sup>4,5,6,7)</sup></li> <li>性別<sup>4,6,7)</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>動物種名：下記5種類のいずれか</li> <li>－通称される種名(例：タヌキ)</li> <li>－通称される分類名(例：鳥類)</li> <li>－動物の体サイズによる記録(例：その他動物(大))</li> <li>－不明</li> <li>－種名未記録</li> </ul>
位置情報	<ul style="list-style-type: none"> <li>ロードキル遺体回収・傷病鳥獣救護・事故発生位置</li> <li>－詳細な位置<sup>注3) 1,2,3,5,6,7,12,13,16,19,20,21,22)</sup></li> <li>－handheld Global Positioning System(精度65m)<sup>4)</sup></li> <li>－道路標番号(キロポスト)：100m単位<sup>11,17)</sup></li> <li>－km単位の位置<sup>8)</sup></li> <li>－住所(町名・番地)<sup>18)</sup></li> <li>－住所(町名)<sup>15)</sup></li> <li>－市区町村<sup>14)</sup></li> <li>－道路種別・路線名<sup>3,6,7,8,10,23,24,25)</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ロードキル遺体回収位置：下記3種類のいずれか</li> <li>－道路標番号(キロポスト)：100m単位</li> <li>－住所(町名または字/大字)(一部のみに地図による詳細な位置の記録有り)</li> <li>－記録なし</li> <li>－路線名</li> </ul>
記録項目 <sup>注1)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ロードキル遺体回収年月日<sup>3,5,6,11,12,13,17)</sup></li> <li>ロードキル遺体回収時刻<sup>6,11,12,13)</sup></li> <li>事故発生年月日<sup>1,8,9,10)</sup></li> <li>事故発生時刻<sup>8,9,10)</sup></li> <li>ロードキル発生通報年月日<sup>15)</sup></li> <li>ロードキル調査年月日<sup>19,20,21,22)</sup></li> <li>1年間のロードキル件数の合計値<sup>14,16)</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ロードキル遺体回収年月日</li> <li>ロードキル遺体回収時刻は高速道路会社のみ</li> <li>時間帯(昼夜)は国土交通省の一部の記録のみ</li> <li>市町の一部は月毎の統計値のみ</li> </ul>
その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>写真<sup>6,7,12,13,19,20,21,22)</sup></li> <li>人身傷害事故・死亡者の自動車修理・保険費用<sup>6,7)</sup></li> <li>警察の公式報告に記録された被害<sup>17)</sup></li> <li>18種類の景観・道路構造の情報(中央分離帯の有無等)<sup>3)</sup></li> <li>天候(晴、曇、霧等)<sup>10)</sup></li> <li>シカの進行方向<sup>10)</sup></li> <li>死体の生理学的状態<sup>4)</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>写真(提供可能であったのは鳥取県の2部署のみ)</li> </ul>
留意事項	<ul style="list-style-type: none"> <li>動物種は誤同定が懸念される<sup>11)</sup></li> <li>動物種の誤同定を解決するため、写真により研究者により全て再同定された<sup>12,13)</sup></li> <li>一部データは位置情報に誤差あり<sup>6,7)</sup></li> <li>傷病鳥獣救護団体及び市区町村の記録は、ロードキル以外が原因の個体も含まれていたため、それらは解析対象から除外された<sup>6,7,12,13,14,18)</sup></li> <li>ロードキル発生状況をふまえた調査が実施され、対策が計画・施工された後、対策手引き案が作成された<sup>23)</sup>。手引き案を参考に新規路線への対策が計画・施工された<sup>24,25)</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>動物種名の誤同定が懸念される</li> </ul>

注1) 「先行研究」の列では、先行研究において解析等に利用された記録項目を記載した。「鳥取県」の列では、現状の全ての記録項目を記載した。

注2) 「先行研究」の列における上付き文字は、参照した文献の番号を示す。引用文献は以下に示すとおりである。

- 1) Muniategui and Telleria 2015
- 2) Shilling and Waetjen 2015
- 3) Seo et al. 2015
- 4) Ford et al. 2011
- 5) Grilo et al. 2009
- 6) Langbein 2007
- 7) Langbein 2011
- 8) Hothorn et al. 2012
- 9) 国土交通省 北海道開発局 2019
- 10) 北海道警察本部 2019
- 11) Saeki and Macdonald 2004
- 12) 神宮ほか 2019
- 13) 神宮 2020

- 14) Tatewaki and Koike 2018
- 15) 藁田・石毛 2016
- 16) Seiler 2004
- 17) 山口ほか 2004
- 18) 園田 2005
- 19) Shilling 2015
- 20) Shilling 2016
- 21) Shilling et al. 2017
- 22) Shilling et al. 2018
- 23) 河島・岩川 2018
- 24) 山内・宮城 2018
- 25) 河嶋ほか 2019

注3) GPS等による位置情報の取得等を指す。

表 3-8 ロードキル記録の改善案

No.	項目	改善方針
1	記録の保管	<ul style="list-style-type: none"> <li>・全ての関係者（全道路管理者等，警察，傷病鳥獣救護窓口，博物館），農林道（特に大規模農林道）もロードキル情報を記録・保管。</li> </ul>
2	ロードキル記録の項目及び内容	
	(1) ロードキル遺体に関する記録項目	<p>〈動物情報〉</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・種名・個体数を記録。</li> <li>・種同定に活用できる写真を撮影（遠景・近景）。</li> <li>・専門家や研究者，技術者等（大学等の研究機関，建設・環境コンサルタント等）に写真が提供され，種同定が行われるシステムを導入。</li> <li>・亜種名，年齢（成獣・亜成獣・幼獣の別），性別も記録することが望ましい。可能であれば，大きさ<sup>注)</sup>，重さも記録。</li> </ul> <hr/> <p>〈位置情報〉</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・より正確な位置情報を取得。</li> <li>・GPS等の位置情報測位システムを用いた計測機器，スマートフォン・デジタルカメラに備え付けの位置情報測位システム機能による記録。</li> <li>・可能であれば，上下線の別も記録。</li> </ul> <hr/> <p>〈時間情報〉</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ロードキル遺体の回収年月日，通報・回収時間帯を記録。</li> <li>・一般市民からの通報の場合は，回収時間帯と通報時間帯に差異が生じる可能性があるため，通報時間帯も記録。</li> </ul> <hr/> <p>〈その他〉</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・気象情報として天候を記録。可能であれば，温度，湿度も記録。</li> </ul>
	(2) 記録の保管に関する項目	<p>〈記録の保管方法〉</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・記録媒体は，操作性を向上させるために，基本的に電子媒体。互換性のあるソフトで記録。</li> <li>・記録様式を統一し，データ操作性を向上。</li> </ul> <hr/> <p>〈記録保管年数〉</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ロードキル発生状況は年変化が生じる可能性があるため，傾向を把握するために，少なくとも5か年分の記録を保管。</li> </ul>
	(3) 記録の活用に関する項目	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ロードキル多発地点の特定や発生要因の解析，ロードキル防止対策の提案，対策の費用便益分析への活用，ロードキルによる人的及び経済的費用の算出，対策の計画・施工，生物情報としての利用等が考えられる。</li> </ul>
	(4) 記録データの提供の可否	<ul style="list-style-type: none"> <li>・研究や対策に活用するために，ロードキル記録の一括管理・公開等を行う。</li> </ul>

注) ここで言う大きさとは，全長，頭胴長，尾長などの体サイズを示す計測記録を指す。

表 3-9 各機関にとってのロードキルを記録することの必要性と負担の一覧

ロードキル記録を行う観点	ロードキル記録を行う主体	ロードキル記録を行う必要性	対象となる動物	ロードキル記録を行う上での負担
<p>道路管理 及び 交通安全</p>	<p>・ 道路行政(道路管理者等) ・ 交通行政(警察等)</p>	<p>①交通安全の確保 ②道路維持管理費の軽減 ③車両事故による費用損失の防止・軽減</p>	<p>・ 全ての動物 ・ 特に重大事故となりやすい大型哺乳類(シカ、イノシシ等)</p>	<p>・ 現状よりも詳細または新たに記録することは、予算面や人員確保の面で負担を生じる可能性がある。</p>
<p>野生生物の 保全・管理</p>	<p>・ 自然環境行政(傷病鳥獣担当部署、環境部署等)</p>	<p>①希少種の保全<sup>注1)</sup> ・ 絶滅を防止する観点から保全が望まれる。 ・ ツキノフグなど地域によっては希少種である種は(鳥取県では絶滅危惧Ⅱ類(VU)に指定)交通安全 ・ 野生生物の保全の観点でロードキル防止が重要。</p> <p>②普通種の保全<sup>注2)</sup> ・ 個体群への影響は国内で研究されていないため、実際には個体群の減少を招いている可能性がある。 ・ 普通種は市町村のマスコットキャラクターとして全国的に多用されているなど一般市民に親しまれていることや<sup>1)</sup>、タヌキなどの普通種のロードキル防止を望む声もある<sup>2)</sup>ため一般市民の要望として重要である。 ・ その個体の命を失うという損失の観点<sup>3)</sup>で重要。 ・ 小中型哺乳類が関わる死亡事故が発生しており<sup>4,5)</sup>、体サイズに関わらず交通安全のために重要である。</p> <p>③有害鳥獣<sup>注3)</sup>・外来種の管理等 ・ 動物の死亡による生物保全上の視点は他の動物より小さい。 ・ しかし、道路管理及び交通安全の観点、生物情報の観点からロードキル記録は重要だと考えられる。</p> <p>④生物情報としての利用 ・ 動物種の生息・分布の情報として利用できる<sup>6,7)</sup>。 ・ 個体数密度の推定の指標とする等、個体数管理の情報として利用できる<sup>8,9,10)</sup>。</p>	<p>・ 普通種<sup>注2)</sup>(タヌキ、アナグマ等)</p> <p>・ 個体数の増加等により、人間活動(農林業)との軋轢が問題視される哺乳類(シカ、イノシシ等) ・ 外来種(ヌートリア等)</p>	<p>・ 農林業が関わる野生動物 ・ 個体数の増加等により、人間活動(農林業)との軋轢が問題視され、個体数管理が行われている哺乳類(シカ、イノシシ等)、外来種等</p>
<p>農林業</p>	<p>・ 農林業行政(農林業担当部署等)</p>	<p>・ 上行の①～④の観点は農林業にもあてはまる。 農林業に係る生物多様性の保全や鳥獣被害の対策等に活用できる可能性がある。</p>	<p>・ ペット(イヌ、ネコ等)にロードキルが発生した場合に飼育者がペットの遺体を回収できるように、飼育者へ情報提供が可能となる。</p>	<p>・ ペット(イヌ、ネコ等)</p>
<p>動物愛護 (ペット)</p>	<p>・ 動物愛護(ペット)行政(動物愛護担当部署、環境部署等)</p>	<p>注1) ここで言う希少種とは、数が減少している又は少ない野生動物を指す。 注2) ここで言う普通種とは、数が減少していない又は増減が不明な野生動物を指す。 注3) ここで言う有害鳥獣とは、数が増加し人間活動との軋轢が発生している野生生物を指す。 注4) 「ロードキル記録を行う必要性」の列における上付き文字は、参照した文献の番号を示す。引用文献は以下に示すとおりである。</p>	<p>・ 全ての動物 ・ 特に、個体数管理が行われている哺乳類(シカ、イノシシ等)や、外来種等</p>	<p>・ 農林業が関わる野生動物 ・ 個体数の増加等により、人間活動(農林業)との軋轢が問題視され、個体数管理が行われている哺乳類(シカ、イノシシ等)、外来種等</p>

1) 荒尾ほか 2018  
2) 末次・日置 2018  
3) Primmack・小堀 2008  
4) 吉野 2010  
5) 日本経済新聞 2018  
6) 神宮ほか 2019  
7) 神宮 2020  
8) Jahn 1969  
9) White-tailed deer Illinois HP  
10) Tatewaki and Koike 2018

表 3-10 記録フォーマット案

時間情報			動物情報			位置情報			写真による記録			気象情報						
年	月	日	通報時間※	回収時間※	動物種名	亜種名※	個体数	年齢(成獣・亜成獣の別)※	性別※	(大きさ)※	(重さ)※	回収位置 <sup>注2,3)</sup>	上下線の別※	遠景	近景	天候	温度※	湿度※

注1) 記写のない項目は、必ず記録することが望ましい項目を示す。

※の付加されている項目は、より良い活用を目指し可能なら記録することが望ましい項目を示す。

( ) ※は更に優先順位が低く、可能であれば記録することが望ましい項目を示す。

注2) 位置情報の「回収位置」という項目名は、動物が死亡している場合は「ロードキル遺体回収位置」、動物が生きている場合は「傷病鳥獣発見位置」など、適切な項目名に修正する。

注3) 回収位置は、位置情報測位システム(GPS等)による緯度経度の計測を行うか、100m単位等の位置情報の記録を行うことが望ましい。

位置情報は、地理情報システム(GIS)で利用できる形式で保存する。それが難しいければ、地図(250-500分の1)に回収位置を明示したものを保存する。いずれも保存媒体は電子媒体とする。

注4) 記録フォーマットの電子データ(Microsoft Excel)は、次のURLよりダウンロードすることができる。

< <https://drive.google.com/open?id=1zD2glo7aJz7-K9rE976aj1n0iRZZ1Nih> >



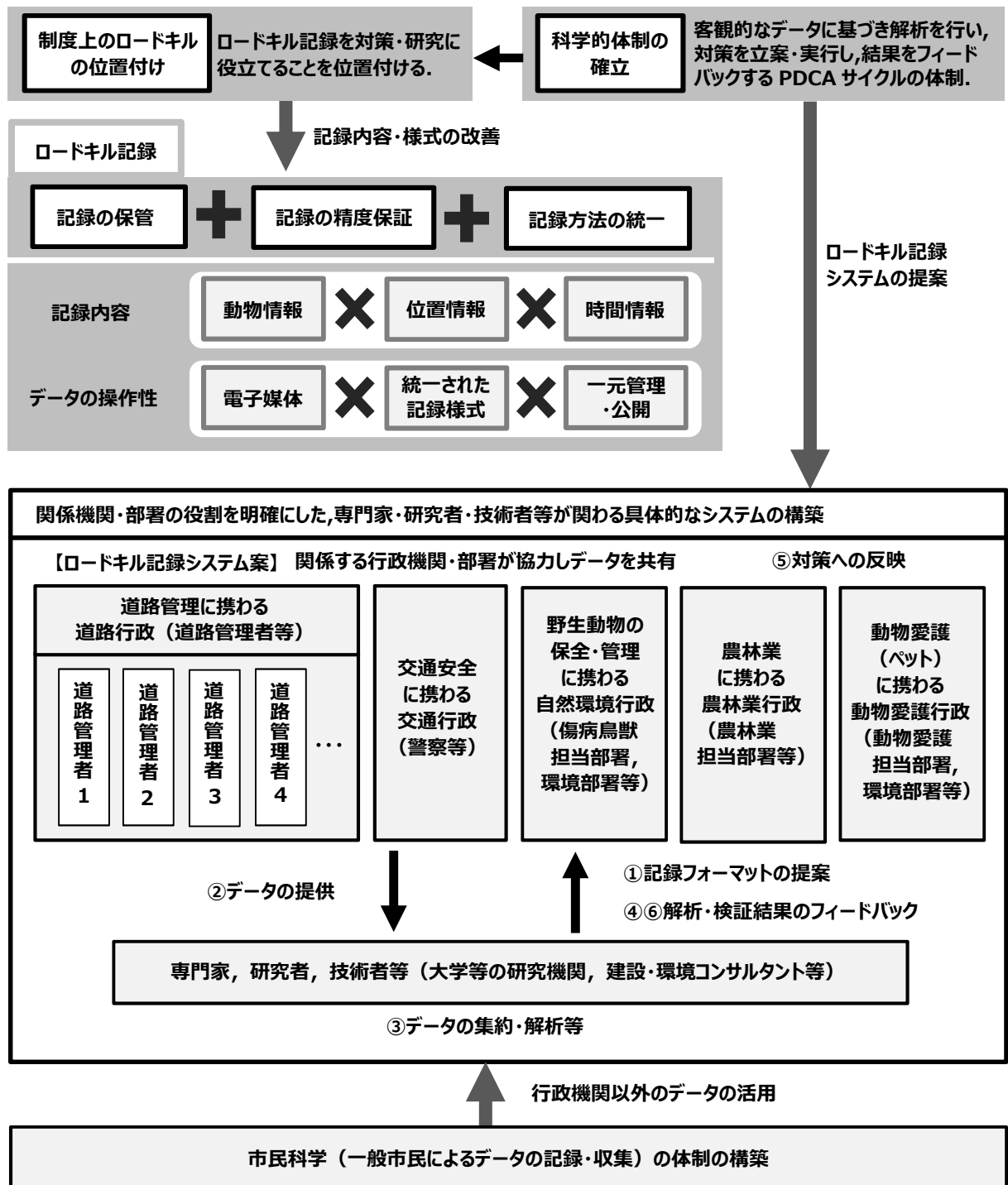


図 3-6 ロードキル記録システム案

表 3-11 日本の法令へのロードキル記録の追加可読性の検討結果

ロードキル記録を組み込む観点	関連法令	ロードキル記録が関連する条項	ロードキル記録が関連する内容	備考	
道路を常時良好な状態に保つため、すなわちロードキル遺体の発生させないために、ロードキル記録が関連する	「道路法」(昭和二十七年法律第百八十号)	第四十二条 (道路の維持又は修繕)	道路を常時良好な状態に保つため、すなわちロードキル遺体の発生させないために、ロードキル記録が関連する。	道路法施行規則 (昭和二十七年建設省令第二十五号)の改正時に施行規則に組み込む方法が考えられる。	
		第十四条~第十八条 (交通安全対策会議)	交通安全対策会議により作成される交通安全計画において、ロードキル防止に関する項目として、ロードキル記録を記載することができる。	通知により交通安全計画に組み込むことを指示する方法が考えられる。	
		第十二条, 第二十五条, 第二十六条 (交通安全計画)			
		第二十九条 (交通環境の整備)	交通安全施設(道路標識、防護柵等)を計画・整備する際に、ロードキル防止の観点からロードキル記録が関連する。		
		第三十条 (交通の安全に関する知識の普及等)	交通の安全に関する知識の普及のために、ロードキルの危険性をロードキル記録を用いて説明できる。		
		第三十六条 (科学技術の振興等)	ロードキル記録の活用のためにロードキル記録が関連する。		
		第三十三条 (配慮書の作成等)	道路事業において環境影響評価を行う場合、道路(地表式又は掘削式、溝上式)の存在に係る「動物」「生態系」の環境影響予測及び環境保全措置の検討において、既存のロードキル記録を用いた発生要因の傾向等が参考となる。		
		第十二条 (環境影響評価書の作成)	ロードキル記録を用いた発生要因の傾向等が参考となる。		
		第十四条 (準備書の作成)	加えて、事後調査においてロードキル記録を用いることにより、環境保全措置がロードキル防止に貢献しているか評価可能である。		
		第二十一条 (環境保全措置等の報告等)			
野生動物の保全・管理	「絶滅のおそれのある野生動物種の保存に関する法律」(平成四年法律第七十五号)	第四十五条 (保護増殖事業計画)	保護増殖事業計画において絶滅危惧種へのロードキル対策のためにロードキル記録を行うことができる。	実際にツシヤママナコ保護増殖事業計画(平成7年環境省)に交通事故の防止に関して記載されている。	
		第三十六条 (生息地等保護地区)	左記の指定された区域における野生動物植物種の保全のためにロードキル記録が関連する。	絶滅のおそれのある野生動物種の保存に関する法律施行規則(平成五年総理府令第九号)に組み込む方法が考えられる。	
		第三十七条 (管理地区)			
		第三十八条 (立入制限地区)			
		第三十九条 (監視地区)			
		第十四条 (地球の生物の多様性の保全)	地域の生物の多様性の保全、野生動物種の多様性の保全にロードキルが関連する。		
		第十五条 (野生動物種の多様性の保全等)			
		第十九条 (生物の多様性に配慮した事業活動の促進)	左記の生物の多様性の保全、野生動物種の多様性の保全にロードキルが関連する。		
		第二十七条 (科学的知見の充実に資するための措置)	ロードキル記録により外来生物に関する情報の取得が可能であるため、外来生物に関する科学的知見の充実に資すると考えられる。		
		第二十一条 (自然環境保全基礎調査)	ロードキル記録は生物の生息記録として活用でき、密度推定など個体数の把握にも活用できる。		
野生動物の保全・管理、農林業	「自然環境保全法」(昭和四十七年法律第八十五号)	第四條 (自然環境保全基礎調査)	ロードキル記録は生物の生息記録として活用でき、密度推定など個体数の把握にも活用できる。	調査項目は地形、地質、植生及び野生動物に関する調査その他の自然環境の保全のために講ずべき施策の策定に必要な基礎調査とされており、明確には示されていない。	
		第二十八条 (鳥獣保護地区)	左記の指定された区域における鳥獣の保護及び管理を行うためにロードキル記録が関連する。		
		第二十九条 (特別保護地区)	個体数が増加しているシカ、イノシシ等に対しては、鳥獣管理の観点からロードキル記録が関連する。個体数が減少している生物についても同様である。	鳥獣の保護及び管理並びに狩猟の適正化に関する法律施行規則(平成十四年環境省令第二十八号)に組み込む方法が考えられる。	
		第四條 (鳥獣保護管理事業計画)			
		第七條 (第一種特定鳥獣保護計画)			
		第八條 (第二種特定鳥獣管理計画)			
		第三十六条 (負傷動物等の発見者の通報措置)	条文には負傷動物等の発見者の通報及び収容が記載されており、ロードキル記録が関連する。	動物の愛護及び管理に関する法律施行規則(平成十八年環境省令第一号)には第三十六条に関する文は無いため、改正時に新たに追加することが考えられる。	

## 第4章 総合考察

第2章および第3章では、里地里山における野生生物の保護管理について、鳥取県を対象とし、「林業」と「道路」という2つの分野で事例研究を行った。その結果、第2章で論じた鳥取県立大山オオタカの森（以下、大山オオタカの森）では、野生生物の保護管理の仕組みと技術の両方が存在していた。一方、第3章で論じた鳥取県におけるロードキル記録は、発生要因の解析や対策等の技術の基礎であるにも関わらず重大な欠陥があり、記録を体系的に収集・管理する仕組みも存在しなかった。

絶滅危惧種のような表面的な事象を生じさせている社会に対する分析方法として4階層思考モデルが知られており（WWF 2016；WWFジャパン 2016）、目に見える形で表面化した事象は階層思考モデルで最も深い第4層の意識（私たちが個人的に持つ心情や価値観からなる個人や組織、あるいは共同体社会の精神モデル）に相当な影響を受ける（亀山・倉本 2019. 並木寄稿）ことが指摘されている。本研究においても、同じ行政区内の里地里山の問題であるにも関わらず、保護管理の現状に差が生じた主な要因は、意識の違いであると考えた。そこで、日本におけるオオタカ保護とロードキル対策に関する法令の制定や施策等の主な出来事についてそれぞれ整理し、行政、研究者、自然保護団体の保護に対する意識（以下、保護意識）の違いについて検証した。なお、一般市民については、オオタカ保護、ロードキル対策に対する意識の先行研究がほとんどないため除外した。

### I 日本におけるオオタカ保護の歴史と保護意識の変遷

表4-1に日本におけるオオタカ保護に関連する主な出来事の一覧を示す。

日本におけるオオタカ保護は密猟問題から始まった。栃木県那須野ヶ原において、1970年代後半から、複数のオオタカの巣において、雛が密猟されるようになった（日本鳥学会 2012. 遠藤寄稿）。日本野鳥の会栃木県支部は、1981年、メンバーが交代で車やテントに寝泊りしながら、オオタカ1巣をふ化後間もなくから巣立ちまで約1ヶ月に渡って24時間体制の監視を行い、雛3羽を巣立たせることに成功した（遠藤 1989）。

同じ頃、東京都と埼玉県の県境に位置する狭山丘陵でも、日本野鳥の会東京支部の有志によって密猟監視活動が始まった（オオタカ密猟対策協議会 1984）。これらの密猟監視活動はマスコミにも大きく取り上げられたことから、猛禽類の密猟問題への社会の関心が高まった（山岸 2009. 遠藤寄稿）。日本野鳥の会は、これらの地域や活動と連携しながら

ら、猛禽類の密猟防止に係わる新たな仕組みづくりや法律の強化に乗り出し、1982年、日本野鳥の会は自然保護団体や環境庁と共に「猛禽類保護シンポジウム」を開催した。その結果、1983年10月、オオタカなど6種（亜種を含む）の猛禽類が「特殊鳥類の譲渡等の規制に関する法律」（種の保存法制定により、現在は廃止）の特殊鳥類に指定された。これによって、飼養や譲渡、輸出入に関して厳しく制限され、密猟・違法飼育対策として一歩前進した（日本鳥学会 2012. 遠藤寄稿）。その後、1992年には「絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律」（以下、種の保存法）が制定され、違法な捕獲や飼育に対する罰則が強化された。このような法律の整備、行政や警察による取締りの強化、保護団体による普及啓発活動やパトロールの実施などによって、現在では、1970～80年代と比較すると、猛禽類の密猟はかなり沈静化した（山岸 2009. 遠藤寄稿）。

一方で、1980年代後半になると、1987年に内需拡大を目的とした「総合保養地域整備法」が施行されたことや、バブル経済に後押しされ、オオタカの主要な生息地である里山では、ゴルフ場をはじめとして様々な開発が急増した（遠藤 1994）。この頃から開発に対するオオタカの保護活動が始まった。1989年に日本野鳥の会栃木県支部を母体に、全国のオオタカ保護活動の支援者、各地でオオタカの保護活動を行っている保護活動家や研究者によってオオタカ保護ネットワークが設立され、1990年には第1回オオタカ保護シンポジウムが開催された（日本オオタカネットワーク 2020）。1980年代の後半には、オオタカの生息環境の保護に関する仕組みや法律は不十分であったが、1992年に「種の保存法」が制定され、その中で「国内希少野生動植物種」（以下、国内希少種）の生息地について、土地所有者の保護義務、環境庁長官の土地所有者に対する助言指導、生息地等保護区の指定が規定された。そこで、オオタカ保護ネットワークは、1992年の8月に栃木県西那須野町で開催された第3回オオタカ保護シンポジウムの中で、オオタカなど特殊鳥類を、「種の保存法」の国内希少種に指定すべきという決議文を採択し、環境庁に対して要望を行った。その後、特殊鳥類は「種の保存法」の国内希少種に指定され、生息地保護の法的な裏づけがなされた（日本鳥学会 2012. 遠藤寄稿）。しかし、国内希少種に指定されたものの、生息地等保護区の指定は行われず、具体的な保護手法も示されていなかったため、猛禽類保護と開発計画との軋轢事案が相次ぎ、社会問題化した（遠藤 1994）。そこで環境庁では、1994年に野生生物保護対策検討会のもとに猛禽類保護方策分科会を設置し、開発計画との摩擦の大きいイヌワシ、クマタカ、オオタカの3種について、保護策が検討された。その成果として、1996年に『猛禽類保護の進め方：特にイヌワシ、

クマタカ、オオタカについて』(環境庁自然保護局野生生物課 1996)が発行された。その中で、上記3種について、開発行為に際しての保護策が示された。こうした経緯を経て、現在では、開発にかかわるオオタカの生息環境の保護については、一定の配慮が見られるようになった(鈴木 2007)。

このような背景から、2000年以降、オオタカの生息状況(内田ら 2007)、営巣環境(鈴木1999;堀江ら 2006)、行動圏や環境選択(堀江ら 2008;植田ら 2006)、景観レベルの環境選択(松江ら 2006)などオオタカに関する様々な研究が行われるようになった。そして、2012年には、その当時の最新の知見に基づき、環境省から『猛禽類保護の進め方(改訂版)』(環境省自然環境局野生生物課 2012)が発行された。

環境省は、2000~2005年にオオタカ保護指針策定調査を実施し、オオタカの成熟個体が少なくとも1824-2240羽生息すると推測した(環境省 2005)。これを受け、2006年第3次レッドデータリストでオオタカは準絶滅危惧に格下げされた(環境省 2006)。2012年第4次レッドデータリストでも準絶滅危惧と評価されたことから、環境省は、「種の保存法」における国内希少種からオオタカの指定を解除することを検討し始めた(環境省 2020)。2016年のオオタカに関する有識者による意見交換会では、「里地里山保護活用行動計画」(2010年策定)、SATOYAMAイニシアティブ推進ネットワーク(2013年設立)により、里地里山の保護によりオオタカを保護することが提案された(環境省 2016)。そして、2017年にオオタカの国内希少種の指定が解除された。しかしこの時、環境省は、オオタカの保護が里地里山の環境の保護に寄与してきた経緯があると言及しており(環境省 2020)、加えて、2008年に「生物多様性基本法」、2012年に「生物多様性国家戦略 2012-2020」が策定されるなど、近年は生態系や生物多様性としてのオオタカ保護が求められている。

以上より、オオタカ保護の歴史は、密猟、開発から始まり、種や個体の保護から生物多様性や生息地全体の保護へという変遷があった。言い換えれば、生物多様性の「第一の危機」への対応から、「第一の危機」と「第二の危機」への対応という変遷があったと見ることが出来る。オオタカの保護は、従来の開発に伴う負の影響を軽減するという消極的保護から、生息地を里地里山全体として長期的・計画的に保護管理するという積極的保護への転換期に差し掛かっていると考えられる。

## II 日本におけるロードキル対策に関する歴史と保護意識の変遷

表4-2にロードキル対策に関連する主な出来事の一覧を示す。

日本におけるロードキル対策は、環境アセスメントやエコロード等の道路環境政策として取り組まれてきた。日本道路公団は1960年代からエコロードの取り組みを行っていたが、全国で本格的に取り組まれ始めたのは、1972年の公共事業の環境アセスメント導入以降である（高速道路総合技術研究所 2016）。1984年に「環境影響評価の実施について」が閣議決定、1997年に「環境影響評価法」が成立し、1999年に全面施行された。同法のうち、ロードキルに関連する主な項目は、「動物」「生態系」に対する「道路の存在」の影響である「重要な種の生息地及び注目すべき生息地の消失・縮小」及び「重要な種等の移動経路の分断」である（国土技術政策総合研究所・土木研究所 2013）。また、「環境基本法」（1993年制定）、「環境政策大綱」（1994年に建設省により策定）において、環境アセスメントやエコロードの推進が記載されている。

研究に関しては、1990年代にエコロード等に関する多数の書籍が出版された（道路環境研究所 1995；亀山 1997；大泰司ほか 1998など）。2000年代になると、国土交通省国土技術政策総合研究所（NILIM）から、2004年に国総研資料第152号『ロードキル防止技術に関する研究：哺乳動物の生息域保護に向けて』、2013年に国総研資料第721号『道路環境影響評価の技術手法「13. 動物、植物、生態系」の環境保護措置に関する事例集』、2014年に国総研資料795号『野生動物に対する道路横断施設の設置と事後調査に関する技術資料』が刊行され、公的研究機関がロードキル対策に取り組むようになった。しかし、これらの課題として、1990年代は海外の事例紹介にとどまっていることや、2000年代はロードキル発生要因や対策は科学的データにより検証されたものではなく推測が多いことが挙げられる。また、動物の移動経路の確保という観点が強く、対策後の事後調査として提案されている内容は移動経路の利用の確認にとどまり、ロードキル発生の有無の確認やロードキル発生時の追加対策等については言及されていないなど、ロードキルという側面で内容が不十分である。

2002年以降は、継続して野生生物と交通発表会が開催され、ロードキルを含めた野生生物と交通の問題に関する情報交換の場となっている。2012年には、一般社団法人アニマルパスウェイと野生生物の会が設立され、樹上性動物の移動経路の確保のためにアニマルパスウェイを普及する取り組みが始まった。ただし、この団体はロードキル対策の実施・検証等を行っていない。2015年には、道路生態研究会が設立され、道路生態学分野

の情報共有の場として研究発表会等が行われている。2019年には環境省の主催で「野生生物との交通事故を考えるシンポジウム」が開催された。同年から、帯広畜産大学と株式会社バイオームの共同研究によるロードキル記録のスマートフォンアプリケーションが開発・試行されており、現在も継続されている。

絶滅危惧種の保護に関するロードキル対策は、以下のような施策が行われてきている。1995年に環境庁・農林水産省により策定された「ツシマヤマネコ保護増殖事業計画」（環境庁・農林水産省 1995a）及び「イリオモテヤマネコ保護増殖事業計画」（環境庁・農林水産省 1995b）には、ツシマヤマネコ（*Prionailurus bengalensis euptilurus*）とイリオモテヤマネコ（*Prionailurus bengalensis iriomotensis*）の個体数の減少に交通事故の影響が考えられるため、事故防止対策として「道路上での目撃情報を収集し、交通事故の多発が予想される区間については、関係機関の協力を得て、施設の改善、注意標識の設置等の対策を講ずる」こととされている。これを受け、対馬野生生物保護センター及び西表野生生物保護センターでは、国道、県道等のロードキル記録が集約されている。また、供用後の一般道にヤマネコの移動経路が確保されるなどの対策が行われた。2008年には内閣府・沖縄県により『ロードキルからヤンバルクイナを守る～やんばるの国道・県道における取り組みについて～（案）』が発行され、ヤンバルクイナの個体数減少にロードキルの増加が影響を与えているとの観点から、ロードキルや移動分断のない道路づくりを目指す順応的管理の導入、ロードキルの記録、供用後の一般道における対策（移動経路の確保等の道路整備）、注意喚起等の実施が明記された（内閣府・沖縄県 2008）。やんばる野生生物保護センターウフギー自然館ではロードキル記録が集約されている。ただし、利用が確認されない移動経路が存在すること（Primack・小堀 2008）、ロードキルが継続して発生していること（対馬野生生物保護センター 2020；西表野生生物保護センター 2020；やんばる野生生物保護センターウフギー自然館 2020）から、いずれの種についてもいまだ根本的な解決には至っていない。

以上より、日本におけるロードキル対策は、主として環境アセスメントの一つとして取り込まれてきたが、里地里山における生物や生態系の保護という観点では取り込まれてこなかった。環境アセスメントにおけるロードキル対策は、生物多様性の「第1の危機」として道路の負の影響を軽減する消極的保護と位置付けることができる。エコロードへの取り組みは、1990年代は活発であったものの、現在は下火である。2000年代から研究発表会やシンポジウムが開催されているが、里地里山としてのロードキル対策や、ロードキル

記録に関連する法令の制定までには至っていない。また、絶滅危惧種の保護という観点で、環境省等の行政が主体となりロードキル記録及び対策が積極的に講じられていたが、普通種に関してこのような取り組みはみられなかった。ロードキルに対する保護意識は、依然低いと考えられる。

### III 保護意識の違いが生じた要因

オオタカの保護活動の始まりは、全国規模の自然保護団体である日本野鳥の会であった。一般市民や研究者から構成される日本野鳥の会が発起人となり、オオタカの保護に対して環境省等の行政を巻き込んで問題を顕在化させ、密猟に関する法令の制定等を提案したことなどから、法令を変えるまでに影響力が生じたと考えられる。オオタカについては、保護意識が高いことが、知見及びデータの蓄積、施策への反映につながったが、それは保護団体の活動にリードされて醸成されたものだったと考えられる。

一方、ロードキルについては、道路環境政策からエコロードやロードキルの取り組みが始められた背景があり、それが現在も続いているものの、里地里山の生態系保護という観点では取り組まれてこなかった。ロードキルは、里地里山の野生生物への影響に対する意識が低く、データの蓄積もないことから、科学的な知見にもとづいた施策につながっていないと考えられた。

このような保護意識の違いが生じた理由として、主に2点が考えられる。

#### 1. 保護管理の対象種の違い

野生生物の保護には、絶滅が危惧される希少種等の特定の種を保護するのか、普通種を含む全ての生物を保護するのか、という対象種の違いが存在する。オオタカ保護の歴史の始点は絶滅の回避であり、個体数が少ないにも関わらず、密猟や開発等の負の影響を与える人間活動が顕在化したことが法令の制定等に係る大きな原動力であった。このほかに、特定の種に着目した保護管理の対象として、象徴種（鷲谷・矢原 1996）や、生態系上位種（高速道路総合技術研究所 2016の高次消費者と同義）が挙げられる。オオタカは、希少種だけではなく、象徴種、生態系上位種としても位置付けられる。大山オオタカの森では、これらの位置付けによりオオタカの積極的保護が試行されたと考えられる。

日本の里地里山における野生生物の保護管理では、希少種、象徴種、生態系上位種という特定の種において、消極的保護から積極的保護に転じた例が見られる。以下に具体例を



3つ挙げる。1つ目は、兵庫県豊岡地域におけるコウノトリ野生再導入事業である。コウノトリは水田や河川を利用する里地里山の生態系上位種であり、人と自然の共生を重視する地域の象徴であった。しかし、戦後急激にその数を減らし、1956年に国の特別天然記念物の指定を経て、1971年に野生絶滅に至った（コウノトリ野生復帰検証委員会 2014）。兵庫県北部に位置する豊岡盆地は、国内でコウノトリの繁殖個体群が最後まで残っていた地域であり、この地域のコウノトリの保護活動は50年以上の歴史がある（内藤ほか 2011）。1985年にソビエト連邦（当時）ハバロフスク州から譲り受けた6個体からはじめて繁殖に成功した後、飼育個体数が増加し、IUCNのガイドラインに基づく放鳥の準備と生息環境の修復が行われ、2005年に野生下に再導入された（内藤ほか 2011）。2012年には「特に水鳥の生息地として国際的に重要な湿地に関する条約」（以下、ラムサール湿地条約）に「円山川下流域・周辺水田」として登録され、2018年には登録範囲が広がった（豊岡市 2018）。現在、兵庫県立大学併設の研究機関「兵庫県立コウノトリの郷公園」を核に、行政機関（文化庁、農林水産省、国土交通省、環境省、兵庫県・コウノトリの郷公園、豊岡市）、地域住民、企業等が連携して再導入事業に関わっている（コウノトリ野生復帰検証委員会 2014）。

2つ目は、鳥取県米子市におけるラムサール湿地保護事業である。鳥取県と島根県にまたがる湖である中海に面する鳥取県米子市の彦名地域では、1972年から農林水産省の中海干拓淡水化事業が進められ、畑地になる予定であった。しかし、工事途中の湿地状になっていた干拓地に水鳥が集まったため、この一部を水鳥の生息地として保護しようという市民運動が高まった。これを受け、米子市が干拓地の一部を買い上げて水鳥の保護区とした（神谷 2013）。さらに、この保護区は1995年に「米子水鳥公園」として開園した。同保護区は中海の一部として2005年に「ラムサール湿地条約」に指定されているほか、1999年に東アジア地域ガンカモ類重要生息地ネットワーク（現 東アジア・オーストラリア地域フライウェイ・パートナーシップ重要生息地ネットワーク）にも参加している（米子水鳥公園 2020）。開園以来、鳥取県のレッドデータブックで準絶滅危惧のコハクチョウ（*Cygnus columbianus*）や、国の天然記念物のマガン（*Anser albifrons*）をはじめ、年間130-140種、通算200種以上の水鳥が確認されている（神谷 2013）。米子水鳥公園の管理運営は、鳥取県と米子市が出資して作られた公益財団法人中海水鳥国際交流基金財団が行っている。同財団は、鳥類等の調査研究のほか、自然観察会やJr.レンジャークラブなどの普及啓発活動、市内外の学校等団体の受け入れも行っており、米子水鳥公園の令和

元年度における入館者数は2万人以上にのぼる（中海水鳥国際交流基金財団 2020）。このように、豊岡地域ではコウノトリの野生再導入及び生息地の保護管理、米子水鳥公園では調査研究や普及啓発活動など、積極的保護が実践されている。

3つ目は、北海道東部地域におけるタンチョウ (*Grus japonensis*) の保護活動である。タンチョウは18世紀頃からの捕獲圧の高まりで個体数が減少し始め、19世紀終わりに激減し、20世紀初頭には絶滅が危惧されていた（正富・正富 2009）。しかし、1920年代に少数が北海道東部に生存することが報告された（斎藤 1926）。その後、1935年に天然記念物、1952年に特別天然記念物（文化庁 2020）、1993年に「種の保存法」の国内希少野生動植物種に指定された。「タンチョウ保護増殖計画」（環境庁ほか 1993）の策定を受け、給餌などの保護策が現在まで継続して実施されている。その成果により、現在の生息個体数は約1,750羽まで回復した（環境省 2019）。タンチョウは北海道の観光ホームページや観光パンフレットで紹介されており（北海道観光振興機構 2020；釧路観光コンベンション協会 2020）、鶴居・伊藤タンチョウサンクチュアリ（日本野鳥の会 2020）、釧路湿原の塘路ネイチャーセンター（アースサークル 2020）など、複数のタンチョウ保護・観察施設も存在するなど、重要な観光資源としても重要視されている。

絶滅危惧種や希少種の保護という観点ならば、イリオモテヤマネコ、ツシマヤマネコ、ヤンバルクイナ等の国内希少種については、行政の主導により、ロードキル記録を取得・集約する仕組みが存在し、供用後の一般道であってもロードキル対策が行われていた。しかし、鳥取県の場合には、道路と希少種等との競合は少なかったことが、ロードキル記録及び対策が進んでいない主な要因と考えられる。林業と道路という違いよりも、対象種の違いが保護意識に影響を及ぼしたと考えられる。

## 2. 各事業における維持管理の性質の違い

林業と道路は、維持管理に関する性質が大きく異なる。針葉樹人工林は、皆伐、植栽をしてから10年くらいは林分初期段階であり、その後若齢段階（樹冠閉鎖段階）となり、50年生を超えると成熟段階、老齢段階を迎える（藤森 1997）。昭和20代後半から造林活動が進められ、高度成長期の拡大造林によって草地・原野や里山二次林、奥山が人工林に転換されたが、この時に想定された伐期齢は40～50年、広葉樹二次林において短い周期で伐採を繰り返す薪炭林施業でも30年以下であった（林野庁 2020）。持続的な森林経営を実現する上で重要な原則である「保続性の原則」は、広義には「森林の持つ諸機能が永

続的・恒常的に維持されなければならない。また、それを支える土地の生産力を維持しなければならない」ことを意味し、狭義には「対象とする森林において、毎年（もしくは一定期間ごと）、同じ量の木材を収穫し、これを永久に続ける」という「収穫の保続」としても理解されている（林野庁 2020）。そして、伐期を迎えるまでに、下刈り、枝打ち等の保育作業や、間伐等を行う必要がある。林業は、前提として、数十年という長期的な視点から、持続的に保育・管理を行う性質を持つ。

一方、道路についても、施工後の維持管理は重大な課題である。「道路法」第四十二条において、「道路管理者は、道路を常時良好な状態に保つように維持し、修繕し、もつて一般交通に支障を及ぼさないように努めなければならない」とされており、道路の維持又は修繕に関する技術的基準その他必要な事項は、政令で定められている。国土交通省は、2013年に「国が管理する一般国道及び高速自動車国道の維持管理基準（案）」を策定しており、道路巡回頻度や、清掃内容等について基準を定めている。鳥取県は、道路企画課及び道路建設課が「道路整備ビジョン」を示しており、「道づくりの3つの視点」のうち「上手につかう」では「既存の施設を上手に使い、みんなで育む道路」を目標に掲げ（鳥取県 道路企画課・道路建設課 2020）、県が管理する大量の橋梁を適切に維持管理するために「鳥取県道路橋りょう長寿命化計画」（鳥取県県土整備部道路企画課 2015）を策定しているなど、道路の老朽化に対する維持管理については施策がみられる。しかし、ロードキル対策など環境保護の面における維持管理は、鳥取県下では一部（高速道路）のみしか考慮されていなかった（第3章）。この問題は、前述したヤンバルクイナ等の国内希少種生息地や、北海道のエゾシカなど交通事故が問題として取り上げられている道路など特殊な状況でない限りは、一般的に全国に存在していると考えられる。維持管理で環境が配慮されていない背景には、「環境影響評価法」の対象道路では環境影響評価の実施時に予算が投資されるが、その後は環境面には継続的な予算措置が講じられないという問題があると考えられる。「環境影響評価法」の対象道路では、事業者が配慮書、方法書、準備書、評価書が作成され、手続きの段階に応じて、国民等、都道府県知事・市町村等、国等から意見を受ける（環境省大臣官房 環境影響評価課 2020）。また、2011年の同法改正において、事業の実施に伴って講じられた環境保全措置や事後調査の結果を報告書として作成・公表する規定が設けられた（環境省総合環境政策局環境影響評価課 2017）。しかし、1点目に、新規に計画・施工される高規格道路が減少している現状がある。高速自動車国道の総延長は、建設省「環境政策大綱」においてエコロードの推進が記載された1994年は

5,054kmであったが、2018年には8,923kmと1.8倍に延びている（国土交通省 2019）。高速自動車国道の計画延長は11,520kmであるため（国土交通省 2020）、すでに7割以上が供用されている状況である。ロードキル対策やエコロード事業は、新規路線開設に伴って行われるため、新規路線の減少とともに少なくなる。2点目に、事後調査の期間が短い点が挙げられる。事後調査は環境保全措置の効果に不確実性がある場合等に該当し、かつ環境影響の程度が著しいものとなるおそれがある時に環境の状態等を把握するものとして位置付けられている。ここで、「環境保全措置の完了後から環境保全措置の効果について一定の情報が得られるまでの期間」は、移設や移植等の環境保全措置が完了した時点から、環境保全措置の効果として保全対象の継続的な生息・生育が確認できるまでの期間を指すが、環境保全措置の完了後から概ね3年程度を基本に検討すること（山本ほか 2013）が提案されている。このように、道路の環境保全措置については、法で定めのあるものでさえ、林業と比較すると期間が極めて短いことがわかる。加えて、近年、国の政策として「地方分権」が進められており、1995年の「地方分権推進法」（平成七年法律第九十六号）に始まり、2002年には「三位一体改革」が始まった（総務省 2018. 林寄稿）。「三位一体改革」は、「地方にできることは地方に」という理念の下、国の関与を縮小し、地方分権を一層推進することを目指し、国庫補助負担金改革、税源移譲、地方交付税の見直しの3つを一体として行う改革である（総務省 2020）。このような経緯から、自治体による維持管理の対象となるインフラが増え、維持管理の継続・充実が財源面で厳しい状況にあることも、道路の環境保全措置を維持管理で実現しにくい一因であると考えられる。

以上をふまえて、図4-1に大山オオタカの森における積極的保護の形成過程、図4-2に鳥取県におけるロードキル記録の現状の形成過程を示す。第2章で論じた大山オオタカの森では、対象がオオタカという特定の種であったことから、行政、自然保護団体等の保護意識が高く、保護管理の仕組み：保護活動の発起人・団体の存在、法令（条例）の制定、保護管理の実行体制の構築、が実現したと考えられる。そして、保護管理の技術：データの取得、オオタカの積極的保護の計画の立案・施工、モニタリング（調査・解析・評価）、が用いられたことで、自然保護（オオタカの主要生息地及び生物多様性保護）と人間活動（用材林の育成）は両立できることが明らかになった。このような順応的管理が成立しているのは、林業における森林の長期保育という性質が要因と考えられた（図4-1）。

一方、鳥取県におけるロードキル記録は、対象が全ての生物（主に普通種）であったため、行政、自然保護団体等の保護意識が低く、仕組み・技術ともに課題が存在していた。その要因は、道路の環境保全措置は新規事業の初期投資のみであり、維持管理で環境面が配慮されないという性質によるものであった（図4-2）。

#### IV 今後の課題

本研究で着目した保護意識の主体は、自然保護団体、研究者、行政であった。朝波ほか（2020）は、福岡県福津市の海岸マツ林における地域住民主体の海岸マツ林の再生・保全に係る具体的活動の発生・継続のエネルギーは地域住民の体験に基づいた地域で共有されている価値であったことを明らかにした。このように、個人や地域など一般市民の意識により、保護活動が実現する可能性がある。里地里山の野生生物保護に対する意識が広く社会に認識されれば、社会の流れとしてロードキル対策等についても仕組みが発展する可能性があるため、今後は一般市民の意識を明らかにする研究の実施が望まれる。

また、野生生物の保護管理に新しい技術を活用することが期待される。林業で導入され始めている新しい測量方法として、小型UAVを用いた空撮、LiDARデータ、地上設置型3次元レーダースキャナーなどがある。このような簡易かつ正確な測量データの取得は、的確な現況把握及び計画立案の助けとなるため、様々な地域でオオタカ積極的保護を促進することにつながる。ロードキル記録に関しては、ドライブレコーダーが普及し始めている。ドライブレコーダーに記録されたロードキルの瞬間や動物を轢きかけた瞬間の動画を収集・整理することで、今まで明らかにされてこなかったロードキルの発生原因の特定につながる可能性がある。また、スマートフォンが普及しているため、道路維持管理の記録を簡易に行うアプリケーションを開発することで、道路維持管理業務の負担軽減に加え、ロードキル遺体のデータ記録・収集を補助できる。今後は、従来の方法に加えて、新しい技術も導入することが、野生生物の保護管理を円滑に進めることにつながるであろう。

#### 第4章の引用文献

- 朝波史香・伊東啓太郎・鎌田磨人. 2020. 福岡県福津市の地域自治政策と海岸マツ林の自治管理活動の相互補完性. 景観生態学 25 : 53-68.
- 文化庁. 2020. 国指定文化財等データベース 史跡名勝天然記念物 タンチョウ <https://kunishitei.bunka.go.jp/heritage/detail/401/3142> 2020年2月14日参照
- 道路環境研究所・エコロード検討委員会・建設省道路局道路環境課・建設省土木研究所環境部. 1995. 自然との共生をめざす道づくり：エコロード・ハンドブック. 132pp. 大成出版社. 東京.
- 遠藤孝一. 1989. オオタカ保護の現状と問題点. Strix 8 : 233-247.
- 遠藤孝一. 1994. 「種の保存法」はオオタカ保護に何をもたらしたか. 関西自然保護機構会報 16 : 131-135.
- 北海道観光振興機構. 2020. タンチョウ <https://www.visit-hokkaido.jp/info/detail/121> 2020年2月14日参照
- 堀江玲子・遠藤孝一・野中純・船津丸弘樹・小金澤正昭. 2006. 栃木県那須野ヶ原におけるオオタカの営巣環境選択. 日本鳥学会誌 55(2) : 41-47.
- 堀江玲子・遠藤孝一・山浦悠一・尾崎研一. 2008. 栃木県におけるオオタカ雄成鳥の行動圏内の環境選択. 日本鳥学会誌 57(2) : 108-121.
- 藤森隆郎. 1997. 日本のあるべき森林像からみた「1千万ヘクタールの人工林」. 森林科学19 : 2-8.
- 西表野生生物保護センター. 2020. イリオモテヤマネコ運転注意マップ <https://iwcc.jp/iriomotecat/map/> 2020年12月10日参照
- 亀山章. 1997. エコロード：生き物にやさしい道づくり. 238pp. ソフトサイエンス(株). 松山.
- 亀山章・倉本宣. 2019. 絶滅危惧種の生態工学：生きものを絶滅から救う保全技術. 230pp. 地人書館. 東京.
- 神谷要. 2013. 中海干拓地に作られた米子水鳥公園における湿地保全. 湿地研究 3 : 39-41.
- 環境庁・農林水産省・建設省. 1993. タンチョウ保護増殖事業計画. 2pp. 環境庁・農林水産省・建設省. 東京.
- 環境庁自然保護局野生生物課. 1996. 猛禽類保護の進め方：特にイヌワシ, クマタカ,

オオタカについて. 87pp. (公財) 日本鳥類保護連盟. 東京.

環境省. 2005. オオタカ保護指針策定調査の結果について <https://www.env.go.jp/press/-6660.html> 2020年12月10日参照

環境省. 2006. 鳥類, 爬虫類, 両生類及びその他無脊椎動物のレッドリストの見直しについて (別添資料1) 鳥類のレッドリスト <http://www.env.go.jp/press/7849.html> 2020年12月10日参照

環境省. 2016. オオタカの国内希少野生動植物種の指定解除に関する有識者による意見交換会について (報道発表資料) オオタカの国内希少野生動植物種の指定解除にあたっての課題とその保全策について <https://www.env.go.jp/nature/kisho/domestic/ikenkouka-nhappyousiryoku.pdf> 2020年12月10日参照

環境省総合環境政策局環境影響評価課. 2017. 環境影響評価法における報告書の作成・公表等に関する考え方. 87pp. 環境省総合環境政策局環境影響評価課. 東京.

環境省. 2019. タンチョウの概要 <http://hokkaido.env.go.jp/1tanchogaiyo2019.pdf> 2020年2月14日参照

環境省. 2020. オオタカの国内希少野生動植物種解除と解除後の対応についての検討 <http://www.env.go.jp/nature/kisho/domestic/otaka.html> 2020年3月6日参照

環境庁・農林水産省. 1995a. ツシマヤマネコ保護増殖事業計画. 4pp. 環境庁・農林水産省. 東京.

環境庁・農林水産省. 1995b. イリオモテヤマネコ保護増殖事業計画. 4pp. 環境庁・農林水産省. 東京.

環境省大臣官房 環境影響評価課. 2020. 環境アセスメント制度のあらまし. 17pp. 環境省. 東京.

環境省自然環境局野生生物課. 2012. 猛禽類保護の進め方 (改訂版): 特にイヌワシ, クマタカ, オオタカについて. 88pp. 環境省自然環境局野生生物課. 東京.

国土交通省. 2019. 道路統計年報2019 道路の現況「表1-1 道路現況の推移 (その1)」 <https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-data/tokei-nen/2019/nenpo02.html> 2020年12月10日参照

国土交通省. 2020. 新たな広域道路ネットワークに関する検討会: 第1回 (2020年3月24日) (参考資料1) 広域道路ネットワークの経緯と現状. 19pp. 国土交通省. 東京.

国土交通省 国土技術政策総合研究所 道路環境研究室. 2004. 国総研資料第152号

ロードキル防止技術に関する研究：哺乳動物の生息域保護に向けて．103pp．国土交通省 国土技術政策総合研究所．茨城．

国土交通省 国土技術政策総合研究所・独立行政法人 土木研究所．2013．国総研資料第714号 土木研究所資料第4254号 道路環境影響評価の技術手法（平成24年度版）．849pp．国土交通省 国土技術政策総合研究所・独立行政法人 土木研究所．茨城．

国土交通省 国土技術政策総合研究所 緑化生態研究室．2013．国総研資料第721号 道路環境影響評価の技術手法「13．動物，植物，生態系」の環境保護措置に関する事例集．568pp．国土交通省 国土技術政策総合研究所．茨城．

国土交通省 国土技術政策総合研究所 緑化生態研究室．2014．国総研資料795号 野生動物に対する道路横断施設の設置と事後調査に関する技術資料．国土交通省 国土技術政策総合研究所．99pp．茨城．

コウノトリ野生復帰検証委員会．2014．コウノトリ野生復帰に係る取り組みの広がりとの分析と評価：コウノトリと共生する地域づくりをすすめる「ひょうご豊岡モデル」．201pp．コウノトリ野生復帰検証事業共同主体．豊岡．

（株）高速道路総合技術研究所 緑化技術センター 緑化研究室．2016．エコロードガイドー高速道路における自然環境保全の取り組み．151pp．（株）高速道路総合技術研究所．東京．

（一社）釧路観光コンベンション協会．2020．【塘路ネイチャーセンター】タンチョウ観察エコツアー [http://ja.kushiro-lakeakan.com/things\\_to\\_do/13536/](http://ja.kushiro-lakeakan.com/things_to_do/13536/) 2020年2月14日参照

正富宏之・正富欣之．2009．タンチョウと共存するためにこれから何をすべきか．保全生態学研究 14(2)：223-242．

松江正彦・百瀬浩・植田睦之・藤原宣夫．2006．オオタカ (*Accipiter gentilis*) の営巣密度に影響する環境要因．平成18年度日本造園学会全国大会研究発表論文集24．ランドスケープ研究 69(5)：513-518．

内閣府 沖縄総合事務局 北部国道事務所・沖縄県 土木建築部 北部土木事務所．2008．ロードキルからヤンバルクイナを守る～やんばるの国道・県道における取り組みについて～（案）．14pp．内閣府 沖縄総合事務局 北部国道事務所・沖縄県 土木建築部 北部土木事務所．那覇．

内藤和明・菊地直樹・池田啓．2011．コウノトリの再導入：IUCNガイドラインに基づく



放鳥の準備と環境修復. 保全生態学研究 16 : 181-193.

(公財) 中海水鳥国際交流基金財団. 2020. 中海水鳥国際交流基金財団 令和元年度 事業報告書. 5pp. (公財) 中海水鳥国際交流基金財団. 米子.

日本オオタカネットワーク. 2020. 日本オオタカネットワークHP <http://jawg.jp/syo-ukai.html> 2020年12月10日参照

(公財) 日本野鳥の会. 2020. 鶴居・伊藤タンチョウサンクチュアリ <http://park15-wakwak.com/~tancho/index.html> 2020年2月14日参照

日本鳥学会. 2012. 日本鳥学会誌61巻 日本鳥学会100周年記念特別号 日本鳥学会100年の歴史. 123pp. 氷川書房. 東京.

大泰司紀之・井部真理子・増田泰. 1998. 野生動物の交通事故対策 : エコロード事始め. 210pp. 北海道大学図書刊行会. 札幌.

オオタカ密猟対策協議会. 1984. 狭山の森から : オオタカ密猟監視報告 '83. オオタカ密猟対策協議会. 東京.

Primack, R.B.・小堀洋美. 2008. 保全生物学のすすめ : 生物多様性保全のための学際的アプローチ. 400pp. 文一総合出版. 東京.

林野庁. 2020. 令和2年度森林総合監理士 (フォレスター) 基本テキスト. 292pp. 林野庁. 東京.

斉藤春治. 1926. 北海道に棲息するタンチョウに就いて. 鳥 5 : 15-19.

総務省. 2018. 自治論文集 地方自治法施行七十周年記念. 1042pp. 総務省. 東京.

総務省. 2020. 国から地方への税源移譲 (三位一体の改革) [https://www.soumu.go.jp/main\\_sosiki/jichi\\_zeisei/czaisei/czaisei\\_seido/zeigenijou.html](https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/jichi_zeisei/czaisei/czaisei_seido/zeigenijou.html) 2021年2月6日参照

鈴木貴志. 1999. 北海道十勝平野におけるオオタカ *Accipiter gentilis* の営巣環境. 日本鳥学会誌 48(2) : 135-144.

鈴木伸. 2007. オオタカ営巣地における開発行為と保護事例. Goshawk 5 : 36-42.

鳥取県道路企画課・道路建設課. 2020. 道路整備ビジョン 道づくりの3つの視点 <https://www.pref.tottori.lg.jp/72100.htm> 2020年12月10日参照

塘路ネイチャーセンター. 2020. 塘路ネイチャーセンター <http://www.dotoinfo.com/~naturecenter/> 2020年2月14日参照

鳥取県県土整備部道路企画課. 2015. 鳥取県道路橋りょう長寿命化計画 (第2回改訂版). 23pp. 鳥取県. 鳥取.

豊岡市. 2018. ラムサール条約湿地「円山川下流域・周辺水田」のエリアが広がりました  
<https://www.city.toyooka.lg.jp/mayor/mayortopics/1004841/1006621.html> 2020年12月  
10日参照

対馬野生生物保護センター. 2020. ツシマヤマネコ エコドライバーをめざして  
<http://kyushu.env.go.jp/twcc/accident/index.html> 2020年12月10日参照

内田博・高柳茂・鈴木伸・渡辺孝雄・石松康幸・田中功・青山信・中村博文・納見正明・  
中嶋英明・桜井正純. 2007. 埼玉県中央部の丘陵地帯でのオオタカ *Accipiter gentilis* の  
生息状況と営巣特性. 日本鳥学会誌 56(2) : 131-140.

植田睦之・百瀬浩・山田泰広・田中啓太・松江正彦. 2006. オオタカの幼鳥の分散過程  
と環境利用. Bird Research 2 : A1-A10.

鷺谷いづみ・矢原徹一. 1996. 保全生態学入門：遺伝子から景観まで 生物多様性を守る  
ために. 270pp. 文一総合出版. 東京.

WWF. 2016. Living Planet Report 2016 Summary. 18pp. WWF. New York.

WWFジャパン. 2016. 生きている地球レポート2016 要約版. 18pp. WWFジャパン.  
東京.

山岸哲. 2009. 日本の希少鳥類を守る. 364pp. 京都大学学術出版会. 京都.

山本裕一郎・井上隆司・角湯克典・栗原正夫・上野裕介. 2013. 道路環境影響評価にお  
ける動物、植物及び生態系の事後調査手法（特集 道路事業における環境保全を支える環  
境影響評価技術）. 土木技術資料 55 : 14-17.

やんばる野生生物保護センターウフギー自然館. 2020. ロードキル防止対策  
<https://www.ufugi-yambaru.com/torikumi/taisaku.html> 2020年12月10日参照

米子水鳥公園. 2020. 水鳥公園概要 <http://www.yonago-mizutori.com/about/> 2020年12  
月10日参照

## 第4章の図表

表 4-1 日本におけるオオタカ保護に関する主な出来事

表 4-2 日本におけるロードキル対策に関する主な出来事

図 4-1 鳥取県立大山オオタカの森における積極的保護の形成過程

図 4-2 鳥取県におけるロードキル記録の現状の形成過程

表 4-1 日本におけるオオタカ保護に関する主な出来事

年代	オオタカ保護に関連する主な出来事
1980年代	オオタカの密猟問題の発生（例：栃木県那須野ヶ原、東京都と埼玉県の県境に位置する狭山丘陵） →マスコミにより密猟問題が取り上げられ、社会の関心が高まった
1982年	第1回猛禽類保護シンポジウムの開催
1983年	オオタカが特殊鳥類に指定
1992年	種の保存法の罰則強化
1987年	「総合保養地域整備法」の施行
1980年代後半	「総合保養地域整備法」及びバブル経済により、ゴルフ場等の開発の急増 →オオタカ生息地である里地里山において開発が進められた
1989年	オオタカ保護ネットワーク設立
1990年	第1回オオタカ保護シンポジウム
1991年	環境省第1次レッドデータリスト 危急種に指定
1993年	オオタカが種の保存法の国内希少野生動植物種に指定
1994年	環境庁 野生生物保護対策検討委員会 猛禽類3種（イヌワシ、クマタカ、オオタカ）の保全策の検討開始
1995年	第1次生物多様性国家戦略の策定
1996年	環境庁『猛禽類保護の進め方：特にイヌワシ、クマタカ、オオタカについて』発行
1997年	「環境影響評価法」成立
1998年	前橋営林局『オオタカの生息地における森林施業』発行
1998年	環境省第2次レッドデータリスト 絶滅危惧Ⅱ類に指定
1999年	埼玉県「埼玉県オオタカ保護指針」策定
1999年	「環境影響評価法」全面施行
1999年	愛知万博においてオオタカ保全のために計画変更
2000-2005年	環境省 オオタカ保護指針策定調査を実施 →成熟個体少なくとも1824-2240羽生息すると推測
2006年	第3次レッドデータリスト 準絶滅危惧に指定
2008年	「生物多様性基本法」制定
2010年	環境省「里地里山保全活用行動計画」の策定（a）
2012年	第4次レッドデータリスト 準絶滅危惧に指定
2012年	環境省『猛禽類保護の進め方（改訂版）：特にイヌワシ、クマタカ、オオタカについて』発行
2012年	「生物多様性国家戦略2012-2020」策定
2013年	SATOYAMAイニシアティブ推進ネットワーク設立（b）
2016年	オオタカに関する有識者による意見交換会 →a, bの推進による里地里山とオオタカの保護が提案された
2017年	オオタカの国内希少野生動植物種の指定解除 →環境省はオオタカの保全が里地里山の環境の保全に寄与してきた経緯があると言及

表 4-2 日本におけるロードキル対策に関する主な出来事

年代	ロードキル対策に関連する主な出来事
1960年頃	道路公団においてエコロードの取り組みが行われていた
1972年	公共事業において環境アセスメント導入
1984年	「環境影響評価の実施について」閣議決定
1993年	「環境基本法」制定 →環境アセスメントの推進が位置付けられた
1994年	建設省「環境政策大綱」策定 →エコロードの推進が記載された
1995年	『自然との共生をめざす道づくり：エコロード・ハンドブック』発行
1995年	環境庁・農林水産省「ツシマヤマネコ保護増殖事業計画」「イリオモテヤマネコ保護増殖事業計画」策定 →交通事故防止のために目撃情報の収集、供用後の一般道のロードキル多発区間に対策を講じる旨を明記
1997年	『エコロード—生き物にやさしい道づくり』発行
1997年	「環境影響評価法」成立
1998年	『野生動物の交通事故対策：エコロード事始め』発行
1999年	「環境影響評価法」全面施行
2002年	野生生物と交通発表会の開催（毎年1回、現在まで継続）
2004年	国総研資料第152号『ロードキル防止技術に関する研究：哺乳動物の生息域保全に向けて』発行
2008年	内閣府・沖縄県『ロードキルからヤンバルクイナを守る～やんばるの国道・県道における取り組みについて～（案）』発行 →ロードキル記録取得・供用後の一般道における対策（道路整備）・注意喚起・順応的管理の実施を明記
2011年	「環境影響評価法」配慮書等 変更成立
2012年	「生物多様性国家戦略2012-2020」策定 →都市域における生物の生息地の分断化への配慮に関して記載された
2012年	一般社団法人 アニマルパスウェイと野生生物の会の設立
2013年	「環境影響評価法」配慮書等 施行
2013年	国総研資料第721号『道路環境影響評価の技術手法「13. 動物、植物、生態系」の環境保全措置に関する事例集』発行
2015年	道路生態研究会の設立
2016年	『エコロードガイド』発行
2019年	帯広畜産大学と株式会社バイオームの共同研究によるロードキル記録のスマートフォンアプリケーション開発・試行（現在まで継続）
2019年	環境省主催「野生生物との交通事故を考えるシンポジウム」開催（開催地：対馬市）

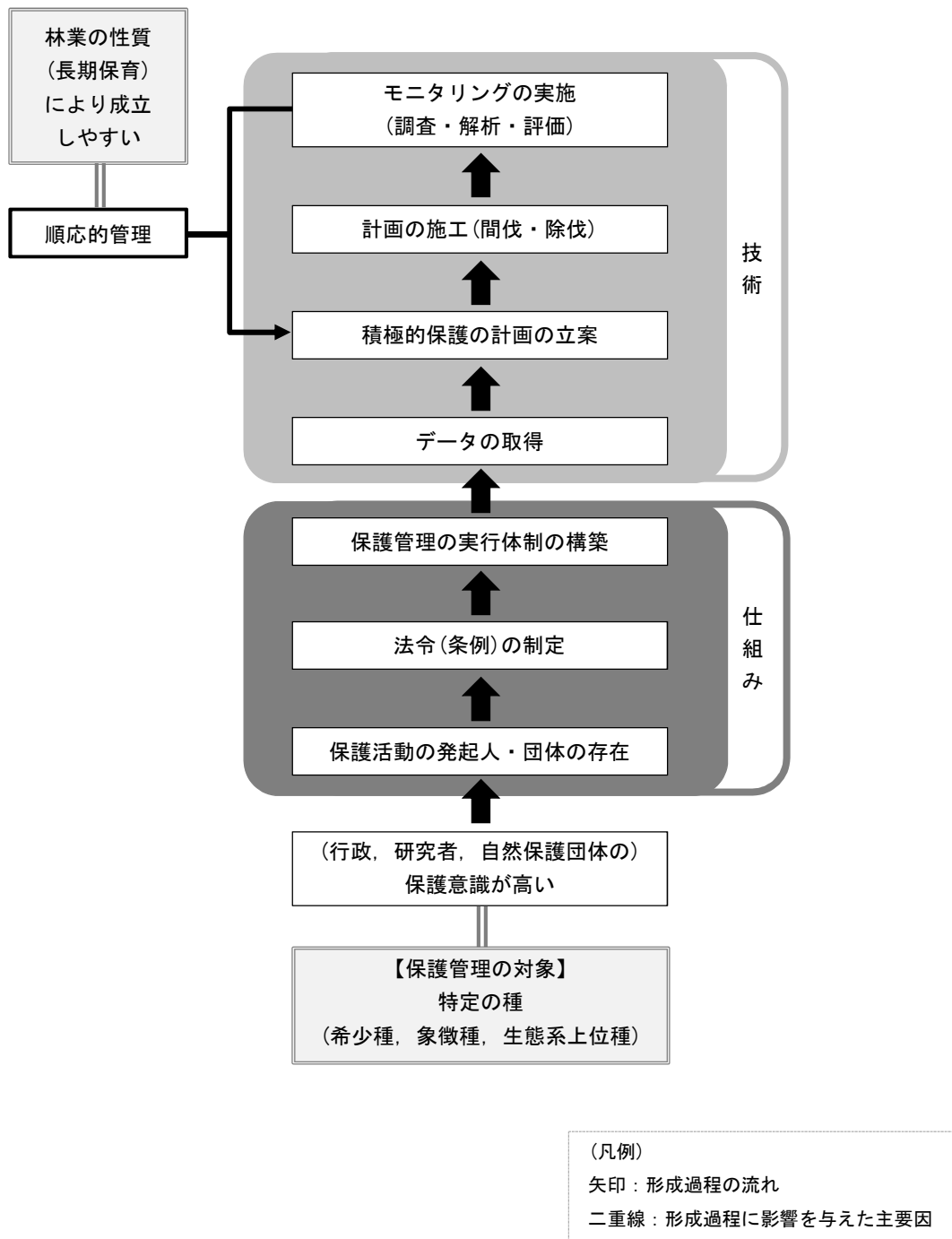


図 4-1 鳥取県立大山オオタカの森における積極的保護の形成過程

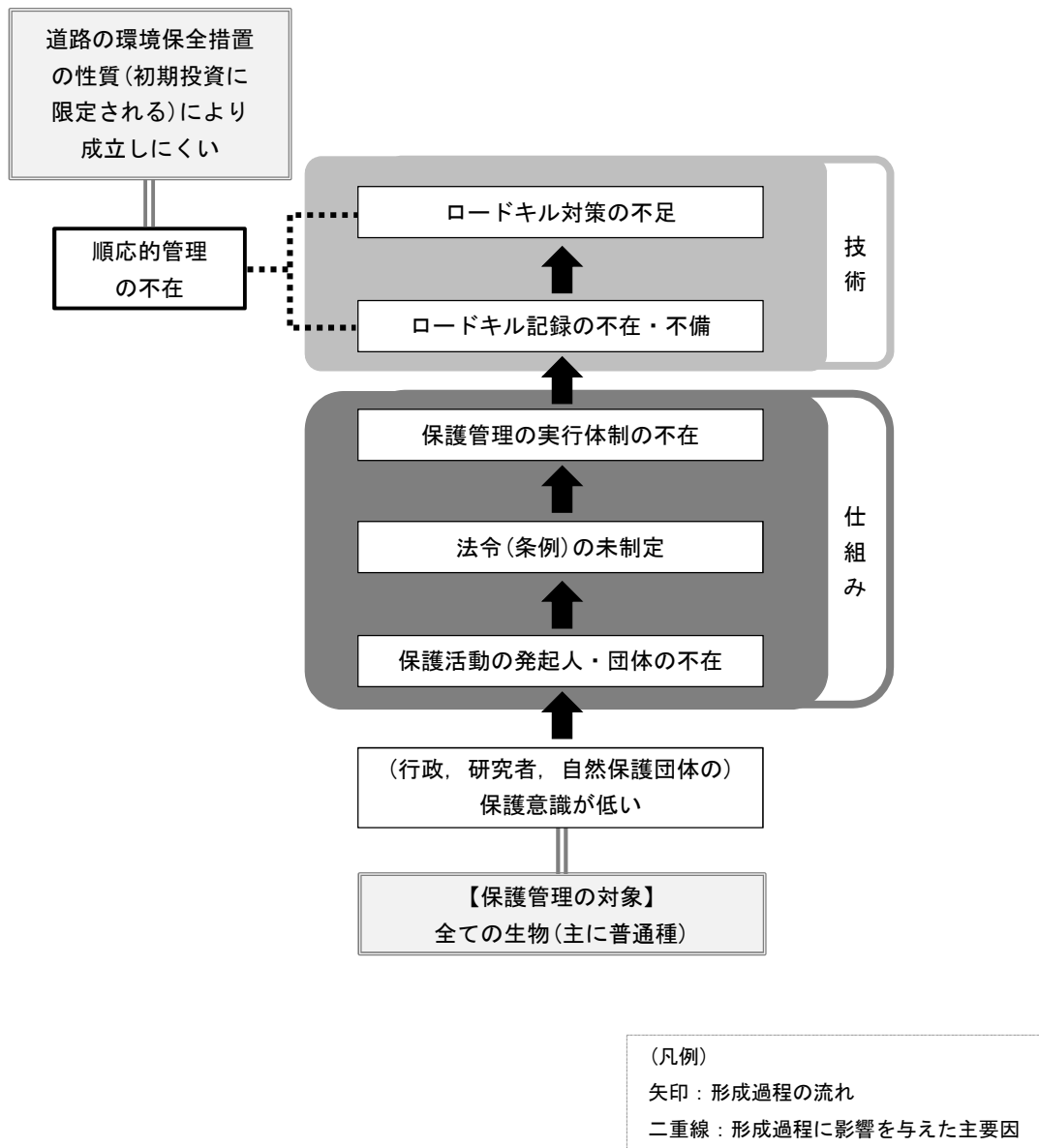


図 4-2 鳥取県におけるロードキル記録の現状の形成過程

## 第 5 章 おわりに

本研究では、鳥取県を対象として、里地里山における「林業」と「道路」の野生生物保護管理の現状と課題を「技術」と「仕組み」の両面から検証した。その結果、以下のことが明らかになった。

### 【林業】鳥取県立大山オオタカの森における事例研究

1. オオタカが生息するアカマツ人工林「大山オオタカの森」では、オオタカ保護管理の仕組みが構築されており、積極的保護が実現していた。仕組みが成立した主要因は、①保護活動の発起人・団体の存在、②保護管理の実行体制の構築、③法令（条例）の制定であった。
2. 技術の面では、大山オオタカの森で試行された施業（主林木であるアカマツの間伐及び亜高木層に達する広葉樹の除伐等）後のモニタリングの結果、鳥類群集の出現个体数及び種多様度は施業により大きな影響は生じていないと考えられ、種多様度は他地域の人工林や広葉樹林と比較し同等以上であると考察された。そして、オオタカの営巣環境として重要な要素である①営巣木として利用できる大径高木の育成、②林内の飛翔空間の確保の2点が達成されており、これらは用材林の管理としても適切であることから、オオタカの生息地保護と用材林育成は両立し得ることが明らかになった。

### 【道路】鳥取県におけるロードキル記録の事例研究

1. 鳥取県全域を対象として、ロードキルの実態把握や対策立案の基礎となるロードキル記録の現状を把握した結果、技術の面では記録の有無や記録内容、仕組みの面では記録の収集・管理体制など、技術・仕組みともに多くの課題が明らかになった。
2. 記録不備の原因は、記録を対策に活用するという考え方が高速道路以外では極めて希薄であるなど、ロードキル記録の制度上の位置付けの不在にあると考察した。
3. 技術の面では、記録が改善されるまで不備のある記録をどのように利用できるか（有用性）とその限界について考察した。そして、各機関にとってのロードキルを記録することの必要性和負担をふまえた改善策を提案した。
4. 仕組みの面では、ロードキル記録に問題が生じる根本的な原因を解消するために、記録システムの構築及び法令による記録の位置付けの提案を行った。



### 【総合考察】2つの事例において保護管理の現状に差が生じた要因

1. 同じ行政区内の里地里山の問題であるにも関わらず、大山オオタカの森（林業）では保護管理の仕組みと技術の両方が存在していたが、鳥取県のロードキル記録（道路）には多くの課題があり、記録を体系的に収集・管理する仕組みも存在しないなど、野生動物の保護管理に関わる2つの事例の現状に大きな差があることが明らかになった。
2. 上記の差が生じた主な要因は、保護意識の違いであると考え、日本におけるオオタカ保護とロードキル対策に関する法令の制定や施策等の主な出来事についてそれぞれ整理し、行政、研究者、自然保護団体の保護意識を検証した。
3. その結果、保護意識はオオタカ保護については高く、ロードキル対策については低いことが推察された。その理由として、保護管理の対象が特定の種（希少種、象徴種、生態系上位種）か普通種かという「対象種の違い」と、林業と道路事業における「維持管理の性質の違い」が考えられた。
4. 大山オオタカの森では、希少種であるオオタカが保護の対象であったため、行政、自然保護団体等の保護意識が高く、保護管理の仕組みが実現し、データの取得、計画立案、施業、モニタリング等の技術が用いられたことで、自然保護と人間活動の両立が図られていた。このような順応的管理が成立しているのは、林業（人工林）の長期保育という性質にも関連するものと考えられた。
5. 一方、ロードキルについては、里地里山の生物多様性保護という意識が低かった。鳥取県におけるロードキル記録は、対象が全ての生物（主に普通種）であったため、行政、自然保護団体等の意識が低く、仕組み・技術ともに課題が存在していた。その要因は、道路の環境保全措置は新規事業の整備当初の段階のみで行われ、維持管理段階では、モニタリングに基づいた長期的な環境面への配慮がされにくいという事業の性質によるものであった。

本研究で明らかになった里地里山における「林業」と「道路」に関連する野生生物保護管理の事例研究における現状と課題、2つの事例で差が生じた要因は、今後、里地里山において生物多様性を主流化した社会の実現のために重要な知見だと考えられる。これらの知見は里地里山における生態系及び生物多様性の保護管理を社会に実装するために役立てられることが望ましい。

## 謝 辞

本研究の遂行並びに論文の作成にあたって、根気強く、熱心にご指導いただきました主指導教員である鳥取大学の日置佳之教授に厚く御礼申し上げます。日置教授には、学位論文の指導以外にも、生態工学及び景観生態学における広い研究分野についてご教授いただいたほか、博士や研究者としての心構え等もご指導いただきました。この場を借りて厚く御礼申し上げます。副指導教員である鳥取大学の鶴崎展巨教授、島根大学の久保満佐子准教授、審査にあたっていただきました島根大学の伊藤勝久教授、鳥取大学の永松大教授には、野生生物の保護管理に関する貴重なご意見を賜りました。深く感謝申し上げます。

本研究には非常に多くの方にご協力いただきました。第2章の鳥取県立大山オオタカの森における研究に関しては、NPO 法人日本野鳥の会鳥取県支部の皆様には、鳥類調査にご協力いただきました。また、鳥取県西部総合事務所生活環境局生活安全課の皆様には、鳥取県立大山オオタカの森における間伐等の施業履歴及び調査データの使用承認をいただきました。鳥取大学の太住克博名誉教授には、アカマツ人工林拡大の社会的背景についてご教示いただきました。第3章のロードキルの研究に関しては、西日本高速道路株式会社、国土交通省 中国地方整備局 倉吉河川国道事務所 羽合国道維持出張所、国土交通省 中国地方整備局 鳥取河川国道事務所 鳥取自動車道出張所、鳥取国道維持出張所、郡家国道維持出張所、鳥取県西部総合事務所、日野総合事務所、中部総合事務所、八頭県土整備事務所、鳥取県土整備事務所、鳥取県 県土整備部、鳥取県 農林水産部、鳥取市、鳥取市国府町、鳥取市福部町、鳥取市河原町、鳥取市用瀬町、鳥取市佐治町、鳥取市気高町、鳥取市鹿野町、鳥取市青谷町、岩美町、若桜町、智頭町、八頭町、倉吉市、三朝町、湯梨浜町、琴浦町、北栄町、米子市、境港市、日吉津村、大山町、南部町、伯耆町、日南町、日野町、江府町の担当課の皆様、鳥取県警察本部 交通企画課の皆様、鳥取県生活環境部、中部総合事務所 生活環境局、西部総合事務所 生活環境局、鳥取市保健所の担当課の皆様、鳥取県立博物館の皆様ロードキル記録に関する聴き取り調査にご協力いただきました。皆様のご協力に心から感謝申し上げます。

鳥取大学農学部生態工学研究室の皆さまには、現地調査の手伝いや示唆に富んだアドバイスなど、多大なご助力をいただきました。学会発表や論文執筆に際して、時に厳しく、時に優しく、ご意見と励ましの言葉をいただきました。皆さんと議論を交わした時間は、何にも代え難い貴重なものでした。この場を借りて御礼申し上げます。

祖母，親戚，両親，兄姉には，最後まで見守っていただきました．心から感謝申し上げます．

お世話になった方々すべてをここに挙げることはできませんが，多くの方々の応援によって本論文を作成することができました．本研究に係わってくださった全ての皆さまに，心から御礼申し上げます．

Studies on the wildlife conservation and management in Satochi–Satoyama region by comparison of Northern Goshawk (*Accipiter gentilis*) conservation and countermeasures for roadkill

## Summary

**Chapter 1:** The environment of Satochi–Satoyama is positioned as a secondary natural environment. This region has been established under the influence of various human activities in Japan’s long history. Endemic, endangered, and diverse species live in this region due to repeated moderate disturbances. In Satochi–Satoyama, which occupies more than 60% of the area of Japan, it is important to establish a specific method that can balance wildlife conservation and management with human activities in order to conserve biodiversity. Many studies have been conducted in Satochi–Satoyama, including research on the management of habitats and populations of large mammals, research on reducing and preventing damage to agriculture and forestry, and research on analyzing the habitat and land use of wildlife. However, only a few studies exist on forestry (artificial forests), transportation infrastructure (roads), and wildlife conservation management in Satochi–Satoyama. In this study, we clarified the current status and issues of wildlife conservation and management from the viewpoint of technology and social mechanism in the forestry and roads of Satochi–Satoyama in the Tottori prefecture.

**Chapter 2:** This chapter discusses the case study area, “The Forest of *Accipiter gentilis*, Daisen, Tottori prefecture”. This red pine plantation is being tried for active protection of northern goshawks (*Accipiter gentilis*). Many guidelines on the management of the forest have been suggested for habitat conservation of the Northern Goshawk. It is suggested that active forest management is required to maintain appropriate habitat conditions for extended periods. However, there are few cases of actual active management in Japan. In the case study area, forestry is being carried out to improve the habitat of northern goshawks and to nurture timber forests. Therefore, this paper organized the history of the establishment of the case study site and the protection management system by literature survey. Moreover, the social mechanism of protection management is clarified. As a result, the research was conducted with the cooperation of related organizations. A conservation management plan was formulated and the red pine plantation was continuously managed at the site. The important historical factors for the establishment of the protection management system were as follows: (1) a person or group started the conservation activities, (2) a social system for protection management was established, and (3) a decree (local ordinances) was enacted. Next, the effectiveness of the active forest management was implemented by comparing the

forest structure and avifauna before and after forest management (Management of pine tree density, improvement by cutting of broad-leaved trees that reached the sub-tall tree layer). Contents of the survey included the forest data before and after thinning, tree census, vegetation survey, and bird survey, creating a vegetation and a land cover map. Result of the survey revealed that the species diversity of the bird community was almost the same before and after the thinning, which is equal or higher than that of the artificial forests and broad-leaved forests in other areas. Forest management that includes important factors for the nesting environment of northern goshawks such as (1) promoting growth of large-diameter trees for nesting and (2) securing flight space in the forest were clearly appropriate for both the conservation of Northern Goshawk habitat and timber cultivation.

**Chapter 3:** Roadkill records (RKR) were collected through interviews with related organizations such as road administrators (44 departments), police department, local museums, and prefectural departments that rescue injured birds and mammals (4 departments) in Tottori prefecture. Consequently, it was found that some organizations did not record RKR and even if it was collected, the data are too few to meet the need for quantitative and qualitative countermeasure implementation and scientific analysis. The problem lies in the record of items such as animal species name, position and time information, record storage method and period, and data disclosure. One of the main reasons for insufficient records is the RK status in each organization. Nearly all organizations (except highway road administrators) did not utilize RKR for countermeasure implementation and analysis. In the future, it is desirable to improve the content and format of RKR, considering the importance and burden of RKR in each organization. Establishment of a suitable RK recording system and enactment of favorable RK policies are of paramount importance for the alleviation of RK. As a result of the survey, although the roadkill record is the basis of countermeasures, many problems were found in the record in Tottori prefecture.

**Chapter 4:** From Chapters 2 and 3, it became clear that there is a difference in the social mechanism and technology of the two cases, despite the problem of wildlife conservation management in Satochi–Satoyama being in the same administrative district of Tottori prefecture. Therefore, in Chapter 4, the history of laws and measures for goshawk protection and roadkill countermeasures in Japan were clarified. As a result, it was considered that the cause of the difference was the difference in protection consciousness of the government, researchers, and environmental organization. The differences in consciousness were attributed to the positioning of the protected species and maintenance method. In “The Forest of *Accipiter gentilis*, Daisen, Tottori prefecture”, there was a strong awareness of protection for rare species, which enabled the realization of a protection management system.

Realization of the conservation management at this site is due to the consistent monitoring of the long-term care of planted forests and wildlife conservation management based on monitoring in terms of long-term adaptive management. On the other hand, based from roadkill record, roadkills occurred in ordinary species, so protection awareness was low. Road conservation measures were limited in the beginning of new business development, so the protection management was not realized. It is desirable that these findings will be useful for the realization of conservation and management of ecosystems and biodiversity in Satochi–Satoyama in the future society.

## 摘 要

里地里山は、長い歴史の中でさまざまな人間の働きかけを通じて二次的自然環境が形成されてきた地域であり、適度な攪乱が繰り返し加えられることによって多くの固有種や絶滅危惧種を含む多様な生物の生息・生育地となっている。それと同時に、人間の生活・生産活動の場でもある。国土の6割以上を占める里地里山において、野生生物の保護管理と人間活動の両立を目指す具体的な手法を確立することは、日本の生物多様性保全にとって極めて重要である。里地里山の野生生物保護管理に関する研究は、大型哺乳類の生息地及び生息個体数の管理や農林業被害に関する研究、野生生物の生息環境、土地利用の解析など多数行われている。しかし、里地里山に一般的に存在する林業地（人工林）及び交通基盤（道路）と野生生物との軋轢の解消に関する研究は少ない。そこで本研究では、鳥取県を対象として、里地里山における「林業」及び「道路」と野生生物の保護管理の現状と課題を「技術」と「仕組み」の両面から明らかにしようとした。

第2章では、オオタカ (*Accipiter gentilis*) の積極的保護が試行されているアカマツ人工林「鳥取県立大山オオタカの森」を事例研究地とした。オオタカの生息する針葉樹人工林の管理方法は国内外の資料により示されてきたが、オオタカ営巣林で積極的に施業を実施し、好ましい環境の維持改善を試みた事例はほとんど見られない。希少猛禽類の保護は生息環境を良好に保つことが必須であり、状況に応じて積極的な管理が必要である。事例研究地は、オオタカの生息環境改善を目指した施業の試行と共に、用材林としての持続的利用も目指されていた。そこで、まず、文献調査により事例研究地が成立した歴史と保護管理体制を整理し、保護管理の仕組みを明らかにした。その結果、関係機関の協力による調査研究に基づいた保護管理計画の立案・実施により、アカマツ人工林が維持されていることがわかった。保護管理の仕組みが成立した歴史的要因は、①保護活動の発起人・団体の存在、②保護管理の実行体制の構築、③法令（条例）の制定であった。次に、試行された施業（主林木であるアカマツの間伐及び亜高木層に達する広葉樹の除伐）後のモニタリングにより、植生と鳥類に対する影響を評価した。調査内容は、具体的な施業内容の整理、毎木及び植生調査、生息鳥類調査、植生・土地被覆図の作成とした。その結果、植生については、オオタカの営巣環境として重要な要素である①営巣木として利用できる大径高木

の育成, ②林内の飛翔空間の確保の2点が達成されており, これらは用材林の管理としても適切であった。鳥類については, 鳥類群集の出現個体数と種多様度は施業による大きな影響は生じておらず, 種多様度は他地域の人工林や広葉樹林と比較し同等以上と考察された。以上から, オオタカの生息地保護と用材林育成は両立し得ることが明らかになった。

第3章では, 鳥取県全域を対象として, 県下の道路管理者等(44部署), 警察, 博物館, 傷病鳥獣保護窓口(4部署)への聴き取り調査を行い, ロードキル記録を収集・解析した。その結果, 対策を計画する上で最も基礎的な情報であるロードキル記録には多くの課題があることが明らかになった。記録が無い機関・部署があった他, 動物種名, 位置・時間情報等の記録項目, 記録の保管方法・年限, データの開示等について課題があった。こうした記録不備の原因は, 記録をロードキル対策に活用するという考え方が高速道路以外では極めて希薄であるなど, ロードキル記録の制度上の位置付けの不在にあると考察した。また, 記録が改善されるまで不備のある記録をどのように利用できるか(有用性)とその限界について考察した。各機関におけるロードキル記録の必要性和業務負担をふまえた改善策を提案した。さらに, 問題が生じる根本的な原因を解消するために, 記録システムの構築及び法令による記録の位置付けの提案を行った。鳥取県では, ロードキル対策の基礎となる記録に, 仕組みと技術の両面に多くの課題があることが明らかになった。

第2及び第3章より, 2つの事例は鳥取県という同じ行政区内の里地里山における野生生物保護管理の問題であるにも関わらず, その仕組みと技術に大きな違いがあることが明らかになった。第4章では, オオタカ保護とロードキル対策の法令や施策等の変遷を歴史的に整理した結果, 保護管理に生じた差異の根本的な原因は, 行政, 研究者, 自然保護団体の保護意識の違いであると考えられた。意識に違いが生じた要因は, 保護対象種の位置付けと各事業の維持管理の性質の違いにあると考察された。大山オオタカの森では, 対象が希少種であったため保護意識が強く働き, 保護管理の仕組みが実現していた。保護管理実現の要因は, 人工林の長期保育とモニタリングに基づいた野生生物の保護管理が, 長期的な順応的管理という点で一致するためと考えられた。一方, ロードキル記録は, 対象が主に普通種であったため保護意識が希薄であったことと, 道路の環境保全措置が新規事業の整備当初の段階に限定されるという性質により, 保護管理が実現していないと考えられた。これらの知見は里地里山における生態系及び生物多様性の保護管理を社会に実装するために役立てられることが望ましい。



## 学位論文の基礎となる論文目録

末次 優花・菅井 理恵・日置 佳之・田中 一郎・土居 克夫. 2020. オオタカ (*Accipiter gentilis*) の生息に配慮したマツ林管理に関する事例研究. 景観生態学. 2020 年 6 月 18 日受理

—第 2 章 IV オオタカの生息に配慮したマツ林管理の評価

末次 優花・日置 佳之. 2020. 鳥取県を事例としたロードキル記録の現状と課題. 景観生態学. 2020 年 5 月 25 日受理

—第 3 章