



ハイタカの研究史とそれに基づく保全への提言： 特に営巣環境について

Eurasian Sparrowhawk nesting habitat: a research review and conservation recommendations

平井克亥^{1,2}・安部文子³・柳川 久²

Katsui HIRAI^{1,2}, Fumiko ABE³, Hisashi YANAGAWA²

¹岩手大学大学院
連合農学研究科
The United Graduate School
of Agricultural Science, Iwate
University
E-mail: nestsite@gmail.com

²帯広畜産大学
野生動物管理学研究室
Laboratory of Wildlife Ecology,
Obihiro University of Agriculture
and Veterinary Medicine
〒080-8555
帯広市稲田町西2線11番地
TEL: 0155-49-5500
E-mail: yanagawa@obihiro.ac.jp

³足寄郡足寄町
E-mail: fuabe618@hotmail.co.jp

1. はじめに

猛禽類は高次捕食者として生態系の上位に位置し、広い行動圏を有するため、アンブレラ種として地域の生物多様性の指標とされている[1]。そのため、猛禽類を保全することが地域生態系の多様性を保全することにつながるかとされている[2]。国内でも多くの猛禽類がレッドデータブックに記載され[3]、開発の際にはその保全が求められている[4]。

ハイタカ *Accipiter nisus* は森林に依存する小型の猛禽類であり、ユーラシア大陸から北アフリカまで広く分布し[5]、日本では北海道および本州の農耕地から山地の森林で繁殖している[6, 7]。これまで、ハイタカの研究の多くはヨーロッパで行なわれ[8]、個体数の変動[9, 10]や生息密度[11, 12, 13]、行動圏および利用環境[14, 15]、餌動物[16, 17]などが明らかにされている。

繁殖活動の中心であり、個体群の維持にもっとも重要な営巣環境[18]についても、ヨーロッパ各地で調べられ、営巣する森林には地域間で共通する特徴がある[9, 19, 20, 21]。ヨーロッパでは、ハイタカが営巣する森林は針葉樹の若齢林に多く、森林の構造的な特徴として立木密度が高いことが明らかにされている[8, 19, 20]。多くの研究があるヨーロッパに対して、日本ではハイタカの基礎的な生態の情報が不足し[3]、生息環境について

は北海道における研究[22]や報告[7, 23]のみときわめて少ない。北半球に広く分布するハイタカの生息環境がヨーロッパと一致するのか、もしくは異なるのかを調べることは、本種の生息環境選択性における基礎的な生態的知見の蓄積につながる。また、これまでの知見をまとめることによって、人工林に営巣する北海道のハイタカ個体群を維持するために保全すべき環境、森林管理の具体的な指針の提供につながるだろう。

そこで本講演論文では、ヨーロッパにおける営巣環境の研究のレビューを行ない、北海道のハイタカの営巣環境選好性がヨーロッパと一致するのかを明らかにすることを目的とした。さらに、その結果を基に、北海道におけるハイタカの営巣環境を保全するための提言を行なう。

2. 方法

ヨーロッパにおけるハイタカの営巣環境の文献のレビューは、1980年代前半まではNewton [8]によってまとめられているため、それ以後の入手可能なもので、営巣木や営巣林の定量的な評価が行なわれたものを対象とした。国内の文献は、北海道の各地から広く集められている北海道猛禽類研究会[7]、石狩平野のAbe et al. [22]、そして十勝平野の平井ら [23] および平井・柳川 [24] を用いて比較した。

表 1 ヨーロッパおよび日本におけるハイタカの調査地の特徴

| 調査地の特徴 | 調査地 | | | | |
|--------|-------------------|--------------------|-----------------------|------------------|-------------------|
| | イギリス ^a | ノルウェー ^b | エストニア ^c | チェコ ^d | 日本 ^e |
| 地形 | 平坦～丘陵地 | 丘陵地 | 平坦地 | 丘陵地 | 平坦地 |
| 景観 | 森林(20-30%) | 森林(80%) 農地(<2%) | 森林(49-50%) 農地(36%) | 石炭の採掘跡地 | 森林(7%) 農地(70%) |
| 森林 | 人工林 | 人工林 | 人工林 | 人工林 天然更新 | 人工林 |

a:Newton[8], b:Selås[13,19,27], c:Löhmus[20,28], Tuule et al.[29], d:Miroslav et al.[17], e:Abc et al.[22]

はじめに、これまでヨーロッパの各地で得られたハイタカの営巣環境のデータをまとめ、その後に北海道のデータが、ヨーロッパと一致するのかを調べた。次に、道内における石狩と十勝の地域間の比較を行なった。

まとめた項目について、ハイタカの大まかな生息環境を知るために調査地の環境を調べた。ハイタカは森林性であるため[8]、調査地に含まれる森林の割合や連続性、地形もまとめた。営巣した森林について、樹種、林齢、そして立木密度の森林の構造的な特徴を調べた。森林の立木密度が、ハイタカの営巣環境選択性にもっとも重要な要因であるとNewton[8]およびSelås[19]は指摘していることから、特に立木密度に焦点を当てた。

3. 結果および考察

(1) 調査地およびその特徴

Newton[8]以後、ヨーロッパでハイタカの営巣に関する報告があった地域は、イギリス[8, 25, 26]、ノルウェー[13, 19, 27]、エストニア[20, 28, 29]、そしてチェコ[17]であった。ロシアから東の地域では日本[7, 22, 23]のみであり、ハイタカの広い分布と大きなギャップがみられた。

調査地の地形は平坦地から丘陵地であり、山地で調査が行なわれたものはなかった(表1)。イギリス[8]およびノルウェー[19]では、ハイタカの巣が標高の低い場所に多い結果が得られていた[8, 19]。しかし、日本では本州の山地で繁殖し[6]、北海道では平野部だけでなく山間部でも営巣の確認があることから[7]、さらにハイタカの知見を深めるためには、これまでに知られていない山地を調査地とした研究を行なう必要があるだろう。

ハイタカは森林に依存する猛禽類であるが[8]、調

査地に占める森林の割合は7%～80%と地域によって大きく異なり、ほとんどの森林が人工林であった(表1)。チェコでは石炭の採掘跡地に植林した人工林や天然更新した若齢な森林に営巣していた[17]。これらのことから、ハイタカは森林性ではあるが、その生息環境として広大な面積の連続的な天然林が必ずしも必要ではなく、人工林の管理によってハイタカの個体群を維持することが可能であることが示される。

(2) 営巣環境の特徴

これまでに報告されたハイタカの営巣林は、針葉樹林や混交林、広葉樹林であったが、面積や形状などはさまざまである。ノルウェーでは連続的な森林[13, 19, 27]、イギリス[8]や日本[22, 23, 24]では農耕地の分断林や防風林、またチェコ[17]では石炭の採掘跡地の小さな広葉樹林に営巣していた。また、一見ハイタカの営巣には適さないような果樹園、鉄道林、公園や病院、墓地、大学、大きな庭園にある小さな森林での繁殖も報告されている[8]。

Newton[8]はハイタカの営巣環境選択に影響する主要な要因として、森林の面積、樹種、そして立木密度による森林の構造的な特徴を挙げている。これらのうち、立木密度がもっとも重要な要因であるとNewton[8]およびSelås[19]は強調し、樹種や林齢などのほかの要因は森林の立木密度に依存すると述べている。

i) 営巣林の面積

ハイタカは面積の小さな森林よりも大きな森林を愛好し[8]、ノルウェーでは若齢な森林の増加につれて繁殖密度の増加がみられた[13]。しかし、ヨーロッパでは営巣に適さないような非常に小さな森林の利用も報告

表 2 ヨーロッパにおけるハイタカの営巣林の特徴

| 営巣林の特徴 | 調査地 | | | |
|--------|--|---|---|---|
| | イギリス ^a | ノルウェー | | エストニア |
| 林齢 | 20-50年生 | 36.8年生 ^{b,c} (平均値) | 46年生 ^d (平均値) | — |
| 立木密度 | 2-4m (樹間距離) | 1904本/ha ^{b,c} (平均値) | — | — |
| 樹種タイプ | 針葉樹林(74.5%) 混交林(13.3%) 広葉樹林(12.2%) | 針葉樹混交林(37.5%) ^c トウヒ林(33.3%) ^c マツ林(16.7%) ^c 混交林(10.4%) ^c 広葉樹林(2.1%) ^c | ドイツトウヒ林(35%) ^d ヨーロッパアカマツ林(14%) ^d カバノキ林(31%) ^d ヨーロッパヤマナラシ林(14%) ^d トリネコ林(2%) ^d | マツ林(25%) ^e トウヒ林(8%) ^e 針葉樹混交林(4%) ^e 混交林(38%) ^e カバノキ林(8%) ^e 広葉樹林(4%) ^e 公園の林(13%) ^e |

a: Newton[8], b: Selås[19], c: Selås[27], d: Löhmus[20], e: Tuule et al.[29]

表 3 北海道におけるハイタカの営巣林の特徴

| 営巣林の特徴 | 調査地 | | |
|--------|--|---|---|
| | 北海道の各地 ^a | 石狩平野 ^b | 十勝平野 |
| 林齢 | — | — | 37.8年生 ^c (平均値) |
| 立木密度 | 672-1656本/ha | 1882.1本/ha (平均値) 1025.0-2592.7本/ha | 940.0本/ha ^d 1126.8本/ha ^e (平均値) 310.0-2160.0本/ha ^e |
| 樹種タイプ | 常緑針葉樹林(59.7%) 針交混交林(4.8%) カラマツ林(35.5%) | ドイツトウヒ林(78.6%) トドマツ林(7.1%) アカエゾマツ林(7.1%) ストロブマツ林(7.1%) | カラマツ林(48.4%) ^e ストロブマツ林(16.1%) ^e トドマツ林(12.9%) ^e アカエゾマツ林(12.9%) ^e ドイツトウヒ林(3.2%) ^e チョウセンゴヨウ林(3.2%) ^e 広葉樹林(3.2%) ^e |

a: 北海道猛禽類研究会 [7], b: Abe et al.[22], c: 平井ら[23], d: 平井・柳川[未発表], e: 平井・柳川 [24]

され [8]、北海道でも農耕地内の分断化した森林が主要な営巣場所になっている [22、23、30]。ハイタカの営巣する森林面積は地域の利用可能な森林によって変動していることから、森林面積は営巣密度に影響する要因であるかもしれないが、営巣環境選択への重要性は低いかもしれない。

ii) 営巣林の林齢

ヨーロッパのハイタカは若齢林を選好し [8]、イギリスでは老齢林よりも若い森林で繁殖成功率が高いことが明らかにされている [10]。営巣林の林齢は、イギリスで20～50年生が多く、ノルウェーおよびエストニアでは、それぞれ36.6年生および46年生であった(表2)。北海道の十勝平野では営巣林が37.8年生とヨーロッパと類似していた(表3)。したがって、ハイタカが

営巣に利用する森林の林齢はヨーロッパと日本(北海道)ではともに若齢な段階といえるだろう。営巣林が若齢であることは、ハイタカの営巣環境選択性にもっとも影響する立木密度(後述)と密接に関係する。

若齢林が営巣に利用されるのは、ハイタカが高い立木密度の植生構造を選好するためだけでなく、森林管理との関係も考えられる。ヨーロッパでは皆伐による森林管理が行われてきた経緯があり、森林は単一樹種が植栽され、階層構造も単純な林分で構成されている [8、19、20]。地域によっても異なるが森林は50年生になるまでに間伐が繰り返され、次第に樹間の距離は大きくなり、立木密度は低下しハイタカが選好する環境ではなくなる、もしくは伐期に達し皆伐される [8]。

若齢な森林をハイタカが選好するという情報は、構造が単純な人工林であっても若齢林を適度に配置、維持す

することによって、ハイタカの営巣環境の保全、および林業や開発との共存の可能性につながる。また、人工林は植林後の若い段階から伐採されるまで、多くの猛禽類の営巣環境および採餌環境にも利用されるため [31]、適切な森林管理は多様な猛禽類との共存を図ることにつながるかもしれない。

iii) 営巣林の樹種

ハイタカは針葉樹の森林を強く選好し、混交林、そして広葉樹林と続き、広葉樹林に営巣するのは針葉樹林の利用可能性が低い場合である [8]。イギリスおよびノルウェーでは針葉樹林の利用率が高いが、エストニアでは広葉樹林も多かった (表 2)。エストニアは他の地域と異なり、調査地に占める広葉樹 (カバノキ *Betula* spp.) の割合が 46% と高く [20]、広葉樹林に多い営巣は、その利用可能性の高さによるものだろう。北海道ではほぼすべての営巣林が針葉樹林であった (表 3)。石狩平野 [22] および十勝平野 [24] では常緑針葉樹への選好性がみられたが、ヨーロッパでは示されなかった [8, 27]。Newton [8] は、ハイタカの営巣する森林に常に一致している特徴は、立木密度が高い森林の内部構造であることと強調し、樹種の重要性は低いとしている。

iv) 営巣林の立木密度

ハイタカの営巣林の特徴は、若齢で樹木密度が高いことがヨーロッパにおける研究で一致していた [8, 19, 20]。イギリスおよびノルウェーでは、森林の立木密度が営巣環境の選択性に影響するもっとも重要な要因であるとされている [8, 19]。イギリスでは森林の樹種にかかわらず、立木密度は常に高く [8]、若齢林のほうが営巣の失敗も少なく、繁殖成功率が高かった [10]。広葉樹林へ営巣した割合の高いエストニアでも同様に、構造的に密な若い林であった [20, 28]。ノルウェーでは、伐採によって立木密度が低下した営巣林は、伐採のなかった営巣林よりも再営巣率が低かった [19]。これらのことから、ハイタカが営巣環境として高い立木密度の森林の構造的な特徴を選好している可能性は高いだろう。

森林の立木密度はイギリスおよびノルウェーで計測されているが、方法が異なっていた (表 2)。イギリスでは樹木間の距離による評価を行ない、樹間距離が 2 ~

4m の森林がハイタカにもっとも利用されていた [8]。ノルウェーでは単位面積あたりの樹木の本数によって評価し、1 ha あたりに換算すると 1904 本であった [19, 27]。評価方法が異なるため、2 地域で得られた値が同等であるかは不明であるが、ともに立木密度が高い若齢林を示す値であったと説明している。

北海道では面積あたりの樹木数による評価が行なわれ、1 ha あたり 310.0 本 ~ 2592.7 本と幅のある値であり、平均値は 940.0 本 ~ 1882.1 本であった (表 3)。ノルウェーと比較すると、北海道では立木密度の高い森林だけでなく、低い森林でもハイタカは営巣していた。ノルウェーでは、営巣に適した森林の立木密度は 1000 ~ 2500 本/ha であろうとされ [19]、北海道の平均値はおおむねこれに近い値であった。北海道でもハイタカは密な森林への営巣環境選好性が示され [24]、立木密度の重要性はヨーロッパと同様であろう。

ハイタカが高い立木密度の森林を好む理由に 2 点が考えられている [8, 19]。ひとつは、ハイタカが本質的に若齢林を選好する、本来から持つ選好性である。もうひとつは、オオタカ *Accipiter gentilis* やモリフクロウ *Strix alco* などの鳥類、またはマツテン *Martes martes* などの哺乳類の捕食者による巣の発見および捕食リスクを回避するための選択性の結果と考えられている。

イギリスではオオタカが一時絶滅し、100 年以上にわたり不在の時期があり、その間は若齢林が少なかったにもかかわらず、ハイタカはオオタカが選好する壮齢な森林を利用していなかった [8]。つまり、ハイタカが密な若齢林を営巣環境とすることに、捕食者であるオオタカの存在は影響しない可能性が示唆されている [8]。

さらに、イギリスではオオタカが再定着し始めたことによって、オオタカのいる地域といない地域におけるハイタカの営巣環境を比較することが可能であった [8]。その結果、ハイタカはオオタカのいる地域では、樹間距離のより小さい (立木密度の高い) 森林に営巣し、オオタカによって営巣環境が制限されている可能性も示されている [8]。ノルウェーにおいても、オオタカやマツテンがハンティングには密度の高い若齢林よりも老齢な森林を利用することから、ハイタカの捕食リスクを回避する選択性が支持されている [19]。北海道も同様に、捕食リスクの低減するための選択性である可能性が支持

されている [7, 22, 23, 24]。

ハイタカが営巣環境として立木密度の高い若齢林を選択するのは、本質的な選好性であるのか、オオタカなどの捕食者との競合の結果であるのか、もしくはその両面であるのか、または若齢林が適した採餌環境である可能性も示唆されている [25] が明確な結論は得られていない。しかし、森林の立木密度を計測した地域のすべてで高い値が示されたことから、ハイタカの営巣環境選択に立木密度が重要な要因であることは共通しているといえるだろう。したがって、ハイタカの営巣環境を保全するためには、営巣可能な立木密度のある森林の維持が重要となる。

v) 国内におけるハイタカ

北海道のハイタカは常緑針葉樹林を選好し、ヨーロッパとは異なり樹種への選好性を示した。一方、高い立木密度の森林への選好性はヨーロッパと一致し、営巣環境選択性はおおむね類似していた。したがって、少なくとも森林の構造的な特徴がハイタカにとって重要であることは、ヨーロッパと北海道で共通しているといえる。しかし、道内の石狩平野と十勝平野のハイタカが営巣した森林の立木密度は、二地域間で異なっていた (表 3, 4)。

石狩平野および十勝平野の景観は類似し、ハイタカはともに農耕地の分断化された小さな森林や帯状の細長い防風林に営巣している [22, 23, 24]。しかし、石狩では、十勝よりも立木密度の高い森林が利用されていた (表 3, 4)。ハイタカの捕食者であるオオタカは成熟した壮齢な森林を好み [32]、両種が同所的に生息する場合にハイタカは密な若齢林を利用する [8]。この2種間の営巣環境の違いは、石狩および十勝の両地域からも同様の結果が得られている [22, 23]。しかし、十勝平野の中で高い立木密度の森林をハイタカは選択していたが (表 3, 4)、その値は石狩平野のオオタカと同程度であった [22, 33]。この地域差の原因は検証されていないが、おそらく地域間の森林の利用可能性の違いによるものだろう。

道内のハイタカが営巣した森林に地域間の違いはみられたが、両地域ともにオオタカよりも立木密度が高い森林を選択したことは一致していた。このことから、ハイタカはそれぞれの地域内の利用可能性に応じて、オオタ

表 4 石狩平野および十勝平野におけるオオタカとハイタカの営巣林の立木密度

| 種 | 立木密度(本/ha) | |
|------|---------------------------|---|
| | 石狩平野 (平均±SD) | 十勝平野 (平均±SD) |
| オオタカ | 1169.3±344.0 ^a | 489.8±130.2 ^c |
| | 1018.8±282.0 ^b | 523.5±171.0 ^d 568.2±192.6 ^e |
| ハイタカ | 1882.1±502.5 ^a | 940.0±575.0 ^d 1126.8±477.2 ^f |

a: Abc et al. [22], b: 農林水産技術会議事務局 [33],
c: 鈴木 [34], d: 平井ら [23], e: 平井・柳川 [未発表],
f: 平井・柳川 [24]

カによる捕食リスクの低減を図る営巣環境選択を行なっていると考えられる。さらに、保全を考慮する上では地域に応じた対応が必要であること、オオタカなどのその他の種も含めた対策を講じるべきであることを示している。

北海道ではいくつかハイタカの研究や報告があるのに対して、現在のところ本州については断片的な記述しかみられない。北海道のハイタカが平野部で広く繁殖しているのとは異なり、本州では低山から山地の森林で繁殖しているため [6, 35, 36]、巣の発見が困難であるのかもしれない。今後、北海道だけでなく日本国内のハイタカの営巣環境を議論し、地域レベルの保全目標を立てるためにも、本州におけるハイタカの知見が不可欠である。

(3) 保全への提言

i) 営巣環境の保全

ハイタカが営巣環境として立木密度の高い若齢林を選好することは、ヨーロッパと北海道ともに同じであった (表 2, 3)。したがって、地域にかかわらず、若齢林の維持がハイタカの営巣環境の保全につながると考えられる。しかし、より具体的に、どの程度の立木密度が営巣に適しているのか、林齢や森林管理との関係もあわせて考慮する必要がある。

ハイタカが営巣する森林の立木密度には適した範囲がある [8, 19]。立木密度が高すぎると、ハイタカは小型ではあるが飛翔が困難になり、視認性も悪くなることから、捕食者 (特に哺乳類) の発見が遅くなるだけでな

く、飛翔による回避が困難になる [19]。低い立木密度の場合には、オオタカなどのより大きな猛禽類の飛翔が容易になり、発見および捕食リスクが高まる [8]。ハイタカの体サイズに見合った林内の飛翔空間と視認性のバランスに基づく適度な立木密度として、Selås [19] は 1000～2500 本/ha という値を提示している。したがって、この値を目安とした森林管理がハイタカの営巣環境の保全策のひとつになるであろう。

立木密度の高い森林は若齢とされるが、エストニアの Löhmus [20] は、ハイタカの営巣環境の保全には林齢 35～55 年生の森林を維持することを推奨している。これはイギリス、ノルウェー、そして十勝平野の営巣林の林齢と類似している (表 2, 3)。林齢と立木密度は、樹木の成長と関係があり、地域の土壌や地形、標高などによっても成長は変動するため [8]、それぞれの地域の環境を考慮する必要があるだろう。

ハイタカが営巣に利用していた森林は人工林が多く (表 2, 3)、それらは必ずしも野生生物の生息環境を提供することを主目的としていないため、ハイタカとは関係なく施業が行なわれることもある。特に、人工林では間伐や除伐は樹木の成長のために必要であるが、同時にこれは立木密度を下げる作業でもある。そのため、ハイタカには必ずしも有利な環境が創出されるわけではなく、営巣に適した環境が消失することもある。森林の立木密度が低下すると、ハイタカは営巣に利用することが少なくなるため [8, 19]、営巣林の全体を間伐するのではなく一部を残す、もしくは近隣に類似した立木密度の森林を残すことによって、ハイタカの営巣を持続させることが可能かもしれない。中、長期的には、常にハイタカが利用可能な森林が存在する森林管理を行なうことが重要である。

ii) 交通事故による鳥類への影響

ヨーロッパのハイタカは有機塩素系の農薬による影響で過去に個体数の減少を経験したが [37, 38]、現在ではふつうに見られまでに回復している [39]。しかし、その一方で人工的な構造物との衝突事故が増加し、回収された死体の約 48% が自動車や窓、およびその他の人工構造物との衝突である [8, 18]。イギリスでは近年、衝突死が 65.4% にまで増加し [40]、このうち交通事故

が 10.3% を占める [40]。北海道で回収されたハイタカの死体 (12 個体) のうち、窓など人工構造物への衝突死が 7 個体、交通事故死が 2 個体と報告されている [41]。現在のところ、ハイタカの死亡率に交通事故が占める割合は高くはないが、人為的な要因によって直接的に個体群から排除される交通事故や人工構造物との衝突の影響を考慮すると、そのモニタリングが急務である。

交通事故が死亡率の主要因となっている猛禽類の種もあり、イギリスでは 1911 年からの死体回収のデータはロードキルの増加傾向を示し、道路網の整備および自動車の速度との関係が示唆されている [18]。また、猛禽類の場合には道路上の死体を食べる種に事故が多く、二次的にロードキルの被害を受けるケースも多い [18]。そのため、餌となる動物の事故を減少させること、採餌環境や種によるハンティングの方法も考慮した対策が必要だろう。

さらに、近年では交通事故が鳥類の個体群の質を低下させる可能性が示された [42]。鳥類の交通事故は猛禽類による捕食と同様に病気などで弱った個体に多いとされていたが、事故死の個体は捕食されたものよりも健康状態がよく、捕食よりもランダムに健康な個体を排除することが明らかにされた [42]。オオタカが捕食した餌動物には細菌や菌類が多かったことから考えても [43]、交通事故が捕食とは異なる影響を個体群へ与える可能性は支持されるだろう。

北海道においても、回収した鳥類の死体を調べた結果、交通事故死とされた猛禽類はハイタカやオオタカだけでなく、トビ *Milvus migrans* やノスリ *Buteo buteo*、シマフクロウ *Ketupa blakistoni*、フクロウ *Strix uralensis* も含まれていた [41]。いずれの種も死亡個体数は少ないが、ほとんどが希少種に指定されているため [3]、個体群へ影響が懸念される。その影響を評価し、必要な場合には早期に対策を講じるため、さらに猛禽類の交通事故のデータを収集、蓄積し、その結果を注視する必要がある。

鳥類における交通事故は、性や齢、個体の繁殖状態、健康状態などに関係なく、個体群から個体の排除が人為的な要因で起こる。これまで、交通事故の鳥類への影響が考慮されることは少なかったが、人間と野生動物との共存を図るためにも対策を講じる必要があるだろう。

4. 謝辞

本講演論文をまとめるにあたり、十勝平野の森林のデータを快くご提供いただいた北海道十勝総合振興局にお礼申し上げます。帯広畜産大学の押田龍夫准教授、高田まゆら助教には多くの助言をいただき感謝申し上げます。なお、本研究の一部は日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究(C)「森林性鳥類が局所及び景観スケールでの人為的環境変化から受ける影響(代表者:柳川 久、課題番号22580155)」による助成を受け実施しました。

5. 引用文献

- Sergio F, Newton I & Marchesi L (2005) Top predators and biodiversity. *Nature* 436:192.
- Sergio F, Newton I, Marchesi L & Pedrini P(2006) Ecologically justified charisma: preservation of top predators delivers biodiversity conservation. *J Appl Ecol*43: 1049-1055.
- 環境省自然保護局野生生物課 (2002) 改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物—レッドデータブック— 2 鳥類. 財団法人自然環境研究センター, 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—. 財団法人日本鳥類保護連盟, 東京.
- Fergusson-Lees J & Christie DA (2001) *Raptors of the world*. Houghton Mifflin Company, Boston, USA.
- 森岡照明・叶内拓哉・川田 隆・山形則男 (1995) 図鑑 日本のワシタカ類. 文一総合出版, 東京.
- 北海道猛禽類研究会(2009) 北海道の猛禽類—クマタカ, オオタカ, ハイタカ, ハチクマ, ハヤブサ—2009年版. 北海道猛禽類研究会, 北海道.
- Newton I (1986) *The Sparrowhawk*. T & AD Poyser, UK.
- Newton I (1988) A key factor analysis of a sparrowhawk population. *Oecologia* 76: 588-596.
- Newton I (1991) Habitat variation and population regulation in Sparrowhawks. *Ibis* 133 suppl 1: 76-78.
- Newton I, Marquiss M, Weir DN & Moss D (1977) Spacing of Sparrowhawk nesting territories. *J Anim Ecol* 46: 425-441.
- Solonen T (1993) Spacing of birds of prey southern Finland. *Ornis Fennica* 70: 129- 143.
- Selås V (1997) Breeding density of Sparrowhawk *Accipiter nisus* in relation to nest site availability, hatching success and winter wether. *Ornis Fennica* 74: 121- 129.
- Marquiss M & Newton I (1982) A radio- tracking study of the ranging behaviour and dispersion of European Sparrowhawks *Accipiter nisus*. *J Anim Ecol* 51: 111-133.
- Selås V & Rafoss T (1999) Ranging behavior and foraging habitats of breeding Sparrowhawks *Accipiter nisus* in a continuous forested area in Norway. *Ibis* 141: 269- 276.
- Götmark F & Post P (1996) Prey Selection by Sparrowhawks, *Accipiter nisus*: relative predation risk for breeding passerine birds in relation to their size, ecology and behaviour. *Philos Trans R Soc Lond Ser B* 351: 1559-1577.
- Bujoczek M (2009) Seasonal changes in the avian diet of breeding Sparrowhawks *Accipiter nisus*: how to fulfill the offspring's food demands? *Zoological studies* 48: 215-222.
- Newton I (1979) *Population ecology of raptors*. T & AD Poyser, UK.
- Selås V (1996) Selection and reuse of nest stands by Sparrowhawks *Accipiter nisus* in relation to natural and manipulated variation in tree density. *J Avian Biol* 27: 56-62.
- Lõhmus A (2006) Nest tree and nest-stand characteristics of forest-dwelling raptors in east-central Estonia: implications for forest management and conservation. *Proc Estonian Acad Sci Biol Ecol* 55: 31-50.
- Miroslav Š, Markéta H & Michal Ř (2010) Breeding habitat of Sparrowhawks, *Accipiter nisus* on spoil heaps after coal mining. *Acta Oecologica* 36: 197-201.
- Abe F, Hasegawa O, Kudo T & Higashi S (2007) Nest-site selection of Northern Goshawks and

- Eurasian Sparrowhawks in fragmented landscape in northern Japan. *J Raptor Res* 41: 299-306.
23. 平井克亥・瀧本育克・柳川 久 (2008)北海道十勝平野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.
24. 平井克亥・柳川 久 (印刷中) 北海道十勝平野におけるハイタカの営巣木および営巣林分の特徴. *日鳥学誌*.
25. Newton I (1996) Sparrowhawks in conifer plantations. In: David B, Daniel V & Juan Negro (eds.), *Raptors in human landscapes*: 191-199. Academic Press, London, UK.
26. Newton I (2008) Highlights from a long-term study of Sparrowhawks. *Brit Birds* 72: 47-70.
27. Selås V (1997) Nest-site selection by four sympatric forest raptors in southern Norway. *J Raptor Res* 31: 16-25.
28. Lõhmus A (2005) Are timber harvesting and conservation of nest site of forest-dwelling raptors always mutually exclude? *Anim Conserv* 8: 443-450.
29. Tuule E, Tuule A & Lõhmus A (2007) Nesting ecology of birds of prey and owls near Saue during 1959-2006. *Hirundo* 20: 14-36.
30. 北海道環境生活部 (2001) 北海道の希少野生動物北海道レッドデータブック. 北海道.
31. Petty SJ (1996) Adaptations of raptors to man-made Spruce forests in the uplands of Britain. In: David B, Daniel V & Juan Negro (eds.), *Raptors in human landscapes*: 201-214. Academic Press, London, UK.
32. Kenward R (2006) *The Goshawk*. T. & A.D. Poyser, UK
33. 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. 農林水産省農林水産技術会議事務局, 東京.
34. 鈴木貴志 (1999) 北海道十勝平野におけるオオタカの営巣環境. *日鳥学誌* 48:135-144
35. 東條一史 (1993) わかってきた日本での生態富士山麓・ハイタカ観察記. *アニマ* 246: 58-60.
36. 神奈川野生生物研究会 (2000) 神奈川猛禽類レポート. 夢工房, 神奈川.
37. Newton I & Haas MB (1984) The return of the Sparrowhawk. *Brit Birds* 72: 47-70.
38. Newton I & Wyllie I (1992) Recovery of a Sparrowhawk population in relation to declining pesticide contamination. *J Appl Ecol* 29: 476-484.
39. Wilson JD, Evans AD & Grice PV (2007) *Bird conservation and agriculture*. Cambridge University Press, UK.
40. Newton I, Wyllie I & Dale L (1999) Trends in the numbers and mortality patterns of Sparrowhawks (*Accipiter nisus*) and kestrels (*Falco tinnunculus*) in Britain, as revealed by carcass analyses. *J Zool* 248: 139-147.
41. 柳川 久・澁谷 辰生 (1996) 北海道東部における鳥類の死因II. 帯大研報19: 251-258.
42. Małgorzata B, Michał C & Yosef R (2011) Road-kills affect avian population quality. *BiolConserv* 144: 1036-1039.
43. Møller AP, Peralta-Sánchez JM, Nielsen JT, López-Hernández E & Soler JJ (in press). Goshawk prey have more bacteria than non-prey. *J Anim Ecol*.